

E.T.S. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y
TELECOMUNICACIÓN

Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para estudio postural del pianista

GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO MECÁNICO



Presentado por: Alejandro Díaz Busto
Director: José Ramón Alfaro
Fecha: 31 de mayo de 2021
Ciudad: Tudela

Antes de iniciar este trabajo de fin de grado me gustaría mostrar mi agradecimiento a todas las personas que lo han hecho posible. En especial, a mi familia, por haberme apoyado incondicionalmente siempre. Por haber dedicado su tiempo y esfuerzo en educarme y formarme lo mejor posible para afrontar la vida a nivel profesional y personal.

Mi agradecimiento a D. José Ramón Alfaro por aceptar ser el tutor de este trabajo, por dedicarme el escaso tiempo del que dispone, por ayudarme y compartir sus conocimientos, consejos y sugerencias. Su ayuda ha sido imprescindible para su realización.

Muchas gracias a D. Ángel Esteban Jaraba por la ayuda recibida en la realización del prototipo de la silla, y por sus buenos consejos y propuestas de mejora. Su ayuda ha sido indispensable para la realización del prototipo.

Gracias también a Dña. Ana Ibáñez Pegenaute, ya que suya fue la propuesta para la realización de este trabajo. Su interés y conocimientos sobre el tema fueron una gran motivación para su elaboración.

Agradecer a D. Juan Ignacio Latorre su disponibilidad siempre con los alumnos, su atención y su ayuda a lo largo de estos años.

Por último, mi agradecimiento a los compañeros y amigos que me han acompañado durante estos años en esta bonita etapa de mi vida.

Gracias a todos.

Resumen

Este trabajo tiene un doble objetivo, el primero diseñar y construir un taburete regulable para tocar el piano, y el segundo, diseñar un aparato que sea fácilmente acoplable a los pedales de cualquier piano, y se pueda colocar en la posición idónea para la apertura de piernas. Servirá para realizar un posterior estudio postural, analizando la postura correcta de la espalda, los hombros y la apertura de piernas en pianistas. En primer lugar, se exponen las adaptaciones para el piano, las patologías de los pianistas y un estudio de la postura. En segundo lugar, se hace un estudio de taburetes existentes en el mercado analizando los sistemas que emplean para tomar ideas. Por último, se desarrolla ampliamente la solución, por un lado, el taburete y por otro la pedalera. Además de la realización del prototipo en los talleres de la Upna. En conclusión, se ha creado un conjunto taburete/pedales que tratará de dar solución a los problemas posturales y de ergonomía que sufren los pianistas.

Palabras clave: taburete, pedales, piano, ergonomía, postura corporal, patologías, cable mecánico, transmisión, lesiones, regulable, conjunto, mecanismo, prototipo.

Abstract

This work has a double objective, the first to design and build an adjustable stool to play the piano, and the second, to design a device that is easily attachable to the pedals of any piano, and can be placed in the ideal position for the opening of legs. It will serve to carry out a later postural study, analyzing the correct posture of the back, shoulders and the opening of legs in pianists. First, adaptations for the piano, the pathologies of pianists and a study of posture are exposed. Secondly, a study is made of existing stools on the market, analyzing the systems they use to take ideas. Finally, the solution is widely developed, on the one hand, the stool and on the other, the pedal board. In addition to the realization of the prototype in the workshops of the Upna. In conclusion, a stool / pedals set has been created that will try to solve the postural and ergonomic problems suffered by pianists.

Keywords: stool, pedals, piano, ergonomics, body posture, pathologies, mechanical cable, transmission, injuries, adjustable, set, mechanism, prototype.

Índice

1. Contextualización y planteamiento del problema a resolver	11
1.1. Introducción histórica.....	11
1.2. Evolución de las adaptaciones del piano	12
1.3. Pedales del piano	13
1.3.1. Pedales en el piano de cola	14
1.3.2. Pedales en el piano vertical.....	15
1.4. Adaptaciones existentes del piano.....	15
1.5. Patologías de los pianistas	17
1.6. Postura correcta y prevención de lesiones	20
1.6.1. Errores más frecuentes al tocar el piano	20
1.6.2. Postura adecuada.....	21
2. Objetivos del TFG y especificaciones del proyecto	25
3. Estudio de soluciones alternativas al problema	27
3.1. Taburete.....	27
3.1.1. Banquetas para pianistas	27
3.1.2. Sillas de orquesta	29
3.1.3. Equatilt.....	31
3.1.4. Banqueta Bustamante.....	32
3.2. Pedalera.....	34
3.2.1. Sistema neumático.....	34
3.2.2. Sistema hidráulico	34
3.2.3. Sistema mecánico	35
3.2.4. Sistemas de transmisión flexible	36
3.2.5. Transmisión mediante cable mecánico	37
4. Elección justificada de una solución.....	39
5. Desarrollo de la solución.....	41
5.1. Pedalera	41
5.1.1. Ideas previas.....	41

5.1.2. Selección del cable mecánico	43
5.1.3. Descripción del conjunto pedalera final	48
5.1.4. Elementos comerciales	52
5.1.5. Materiales.....	53
5.2. Taburete	55
5.2.1. Ideas previas	55
5.2.2. Descripción del resultado final.....	58
5.2.3. Elementos comerciales	65
5.2.4. Materiales	66
6. Complementos	69
6.1 Mejoras realizadas y fallos corregidos.....	69
6.2. Instrucciones de uso	72
6.2.1. Regular la altura.....	72
6.2.2. Regular la profundidad del asiento	74
6.2.3. Regular la inclinación de las tablas	74
6.3. Construcción y montaje del prototipo de taburete	75
7. Comprobación de las especificaciones	89
8. Conclusiones	91
9. Líneas futuras	93
10. Bibliografía.....	95
11. Anexos.....	101
Anexo 1. Detalles técnicos de elementos comerciales.....	101
Anexo 2. Patologías de los pianistas	108
Anexo 3. Planos.....	114

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Piano de mesa con mecanismo para accionar los apagadores con las rodillas. Este instrumento está conservado en el Museo de la Música de Barcelona. [2]	
.....	13
Ilustración 2: Piano vienés con seis pedales de finales de la década de 1820 conservado en el Museo de Instrumentos Musicales de Bélgica. [3]	14
Ilustración 3: Banco de extensión de pedal de piano para niños de la marca YunSheng. [6]	16
Ilustración 4: Mecanismo de extensión de los pedales para niños sencillo.	16
Ilustración 5: Piano con teclado Jankó[7]	17
Ilustración 6: Imagen de tendinitis en los tendones extensores. [15]	19
Ilustración 7: Imagen de síndrome de túnel carpiano. [19]	19
Ilustración 8: Imagen en la que se puede comparar una postura inadecuada y la postura correcta al tocar el piano. [25]	21
Ilustración 9: Reparto del peso al sentarse. [23]	22
Ilustración 10: Posición errónea y correcta de las manos al tocar el piano. [24]	22
Ilustración 11: Imagen del taburete GEWA 900530. [25]	28
Ilustración 12: Imagen del taburete Thomann KB 15. [26]	28
Ilustración 13: Imágenes del taburete Guil BQ-05 sin respaldo y con respaldo. [27]	29
Ilustración 14: Catálogo de diferentes productos de la marca Guil. [27]	30
Ilustración 15: Modelo de silla regulable y modelo básico. [27]	30
Ilustración 16: Terminales articulados en las patas de la silla. [27]	31
Ilustración 17: Imagen del carro llevando 10 sillas de orquesta. [27]	31
Ilustración 18: Imagen de la silla Equatilt. [26]	32
Ilustración 19: Imagen de los ángulos de inclinación del taburete de Antonio Bustamante [23]	33
Ilustración 20: Imagen en la que podemos ver a Antonio Bustamante con la pianista Yena Wang y la banqueta Gènia en el Auditorio de Zaragoza. [31]	33
Ilustración 21: Imagen de brazo hidráulico casero en el que se puede apreciar el funcionamiento que se busca en el proyecto. [31]	35
Ilustración 22: Imagen esquemática de cómo funciona el mecanismo de doble pedal.	35
Ilustración 23 : Imágenes de mecanismo de pedales de la batería. [33]	36
Ilustración 24: Imágenes de diferentes transmisiones flexibles. [28]	37
Ilustración 25: Imagen de varias transmisiones de cable mecánico. [30]	37
Ilustración 26: Pedalera completa	41
Ilustración 27: Imagen del primer prototipo para el conjunto pedales.	41

Ilustración 28: Mecanismo pensado inicialmente para la regulación de los pedales en el eje x.	42
Ilustración 29: Mecanismo mediante soporte y barra roscada.	42
Ilustración 30: Prototipo inicial de los pedales para el pie derecho.	43
Ilustración 31: Imagen de diferentes disposiciones de los cables mecánicos.[29]....	44
Ilustración 32: Cable de 1x19[29]	45
Ilustración 33: Cable de 7x7[29].....	45
Ilustración 34: Imagen con cable 7x7 y cable 1x19.	46
Ilustración 35: Imagen de cable mecánico con recubrimiento de PVC. [30].....	48
Ilustración 36: Imagen del pomo de apriete e imagen del mecanismo contratuerca mediante una tuerca mariposa.	49
Ilustración 37: Conjunto de mecanismos que permitirán la regulación en el eje x. .	50
Ilustración 38: Imagen en la que se puede observar el mecanismo para la regulación de la altura del sistema.	50
Ilustración 39: Altura mínima y máxima del conjunto central.	51
Ilustración 40: Comparación de freno de bicicleta y el mecanismo utilizado. [32] ...	51
Ilustración 41: Nuevos pedales. Tienen cubierta de chapa plegada y base de acero de 8 mm.	52
Ilustración 42: Imágenes de acero en diferentes formas. [39].....	54
Ilustración 43: Imagen de diferentes perfiles de aluminio. [40].....	54
Ilustración 44: Medidas de la silla facilitadas por Antonio Bustamante [41]	55
Ilustración 45: El soporte de la silla según varios estilos. [41].....	55
Ilustración 46: Imagen del primer prototipo de la silla realizado.....	56
Ilustración 47: Perfil del primer diseño en el que se pueden ver las manetas para la regulación y los agujeros con las diferentes posiciones que se podrían adoptar.	56
Ilustración 48: Imagen de la maneta hembra roscada a la varilla roscada e imagen de la varilla roscada en ambos extremos con la maneta y la tuerca al otro extremo.	57
Ilustración 49 :Imagen del segundo prototipo, se sustituye la silla por un taburete.	58
Ilustración 50: Imagen de cómo sería el taburete final.....	58
Ilustración 51: Tabla que recoge datos de la altura poplíteica en diferentes grupos de población.....	60
Ilustración 52: Imagen de la altura máxima y mínima que puede alcanzar el taburete.	60
Ilustración 53: Imagen en la que se ha cambiado la transparencia de una pieza para que se observe cómo funciona el mecanismo de regulación de la profundidad del asiento.	61
Ilustración 54: Imagen del tornillo de taco utilizado.	62

Ilustración 55: Imagen de la profundidad del asiento mínima y máxima.	62
Ilustración 56: Imagen de las bisagras de piano utilizadas.....	63
Ilustración 57: Regulación inclinación parte delantera.....	63
Ilustración 58: Regulación inclinación parte trasera.	64
Ilustración 59: Auditorio de Berriozar en el que se puede observar que abunda el uso de madera.	64
Ilustración 60: Imágenes de diferentes apariencias que se le podrían dar al taburete.	65
Ilustración 61: Imagen del tablero de madera utilizado.....	67
Ilustración 62: Imagen de la idea inicial y la final.....	69
Ilustración 63: Pasador con muelle utilizado	69
Ilustración 64: Cambio realizado en la tabla central de debajo del asiento.	70
Ilustración 65: imagen de pirógrafo marcando madera. [11]	71
Ilustración 66: Imagen en la que se puede ver la disposición de las arandelas	71
Ilustración 67: Cilindros de acero en los agujeros de la madera.	72
Ilustración 68: Se parte de una posición y se separan los dos pasadores de un lado.	73
Ilustración 69: Se sueltan los dos pasadores del otro lado y el taburete baja una posición.....	73
Ilustración 70: Posición inicial y retirada del pasador.	74
Ilustración 71: Regulación a la posición deseada y colocación del pasador.	74
Ilustración 72: Se coge la barra en la posición más alta y se cambia a otra posición.	75
Ilustración 73: Prototipo del taburete ya finalizado.	75
Ilustración 74: Se realizan los cortes en el contrachapado.....	76
Ilustración 75: Tablas cortadas y marcadas para saber a qué pieza corresponde cada una.	76
Ilustración 76: Imagen de la fresadora	Ilustración 77: Fresadora utilizada para mecanizar.....
Ilustración 78: Piezas que han sido mecanizadas.....	77
Ilustración 79: Fresadora de bordes y lija utilizadas.	78
Ilustración 80: Corte realizado para la colocación de las bisagras de piano.....	78
Ilustración 81: Unión de la tabla reclinable delantera mediante la bisagra piano.....	79
Ilustración 82: Fresadora de galletas y ranuras realizadas.	79
Ilustración 83: Colocación de cola blanca y posteriormente las galletas de madera.	80
Ilustración 84: Ajuste de las piezas y posterior fijación.	80
Ilustración 85: Imagen del listón de madera unido a la tabla reclinable trasera. También se ve el trozo de barra que va incrustado en el listón.	81
Ilustración 86: Brazos de papel para buscar la medida más adecuada.....	81

Ilustración 87: Imagen de los brazos hechos de madera fina para comprobar las medidas.....	82
Ilustración 88: Imágenes de la máquina utilizada para realizar los cortes por láser y la máquina realizando los cortes.	82
Ilustración 89: Brazos de madera definitivos utilizados para la regulación de la inclinación de las tablas del asiento.	83
Ilustración 90: Arandelas transparentes realizadas mediante corte por láser.....	83
Ilustración 91: Barras de madera utilizadas.	84
Ilustración 92: Imagen realizando el agujero por el que irá el pasador que fijará las arandelas a los brazos.	84
Ilustración 93: Imagen de la arandela junto con el brazo ya fijado.	85
Ilustración 94: Imagen del conjunto que permitirá la regulación en profundidad e inclinación del asiento trasero.....	85
Ilustración 95: Imagen del pasador con muelle fijado en la madera visto desde los dos lados.....	86
Ilustración 96: Imagen del taburete montado.....	86
Ilustración 97: Imagen de dos muestras de la madera utilizada. La de la izquierda está barnizada y la de la derecha está sin barnizar.	87
Ilustración 98: Fotografías de los componentes de madera barnizados.....	87
Ilustración 99: Taburete montado por completo.	88
Ilustración 100: Imagen de tenosinovitis en los tendones extensores. [15].....	110
Ilustración 101: Imagen en la que se puede ver un dedo en resorte (o dedo en gatillo).[16].....	111
Ilustración 102: Imagen en la que se puede ver dónde afecta la enfermedad de De Quervain. [17]	111
Ilustración 103: Imagen de síndrome de túnel carpiano. [19]	112
Ilustración 104: Imagen de un ganglión. [21].....	113
Ilustración 105: Imagen del trastorno del codo de tenista.[22]	113

1. Contextualización y planteamiento del problema a resolver

Según la OMS la salud implica el total bienestar del ser humano en todas sus esferas por lo que la prevención de enfermedades debe abarcar el control de los factores de riesgo implícitos en los ámbitos biológico, psicológico y social.

Si buscamos músico en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2001), aparece “Persona que conoce el arte de la música o la ejerce especialmente como instrumentista o compositor”.

Orozco y Solé, en su libro "Tecnopatías del músico" (1996), refieren que *"cuando un médico tenga a un músico profesional como paciente, debe evitar el error de considerar que éste tiene un trabajo cómodo, descansado, y libre de las tensiones competitivas que sufren el resto de ciudadanos no artistas. Es habitual atender en consulta a músicos que, entre clases, ensayos y actuaciones, dedican más de catorce horas al día a una actividad laboral desarrollada en una atmósfera de estrés similar a la del más agresivo de los ejecutivos"*.

El diseño de los instrumentos musicales se realizó sin tener los conocimientos que se tienen actualmente en campos como la fisioterapia. Y es que, si analizamos dichos instrumentos, podemos encontrar varios ejemplos en los que, el uso frecuente de los mismos, puede ocasionar problemas de salud a los músicos debidos al peso o la mala postura que se adopta al tocarlos.

Por ejemplo, pueden surgir estos problemas en instrumentos como la tuba, que es muy pesada, o el fagot, que al ser tan largo hace que el músico, por comodidad, vaya adoptando una postura que no es la más adecuada para tocarlo, y que, a la larga, puede ser perjudicial para su salud.

En este trabajo trataremos de diseñar las adaptaciones necesarias para solucionar los problemas posturales que se producen al tocar el piano y sus negativas consecuencias.

1.1. Introducción histórica

Antes de ponernos a diseñar es conveniente conocer el instrumento sobre el que se va a basar nuestro trabajo.

Si buscamos en el diccionario, la definición que obtenemos de piano es la siguiente: *"El piano es un instrumento musical de cuerda percutida formado por una serie de cuerdas metálicas de diferente longitud y diámetro, ordenadas de mayor a*

menor en una caja de resonancia, y una serie de teclas blancas y negras que, cuando son pulsadas, accionan unos pequeños mazos de madera (macillos o martinetes) que golpean las cuerdas y las hacen sonar.”

Se considera que el inventor del piano es el italiano Bartolomeo Cristofori que, en 1698, creó el *cembalo a martilletes*, o *clavicordio con macillos*. Poco después, en 1710, construyó el primer piano. El origen etimológico proviene del italiano “piano” apócope del término “pianoforte” (“suave-fuerte”) que hace referencia a la variedad de matices de volumen que puede proporcionar el instrumento dependiendo del vigor con que se teclee.

El primer modelo de piano carecía de pedales, por lo que resultaba difícil graduar la intensidad del sonido una vez el mazo, percutido por la tecla, daba en la cuerda del clavijero. Se trataba de un piano sin patas, que había que poner sobre una mesa. No era de más de cuatro octavas: unas sesenta teclas. Pero sin duda, se trata del primer piano clásico. De este instrumento se conserva un ejemplar de 1720, este con patas, en el Museo Metropolitano de Nueva York. [1]

A lo largo de la historia han existido diferentes tipos de pianos. Los más comunes son el piano de cola y el piano vertical o de pared. Actualmente también hay pianos electrónicos o teclados que generan los sonidos por síntesis electrónica, y no se tratarán en este trabajo ya que, a pesar de que se tocan de forma similar a los otros pianos, su funcionamiento es distinto. Suelen disponer de pedal, sin embargo, este pedal no supone un problema para la postura ya que, como funciona mediante un cable eléctrico y no está fijo, podemos colocarlo en el sitio adecuado tras haber realizado el estudio de la postura.

1.2. Evolución de las adaptaciones del piano

A lo largo de la historia han ido surgiendo adaptaciones y variaciones que se le han otorgado a este instrumento con la finalidad de facilitar su práctica o para mejorar la postura.

Aproximadamente hasta la década de 1780 los constructores de pianos incluían dispositivos manuales para modificar el sonido del piano. Entre 1760 y 1770 los intérpretes comenzaron a demandar mecanismos de acción que no necesitaran de las manos para que funcionasen, pues implicaba parar de tocar para poder accionarlos o depender de otra persona que los pudiera activar.

Por ello, los fabricantes inventaron nuevos sistemas de acción justo debajo del teclado y cerca de las rodillas para que fueran operadas por estas.

Los pianos vieneses empezaron a incorporar un sistema de palanca de rodillas (o rodilleras) en los pianos a partir de finales de la década de 1770 o principios de los 80. Este nuevo mecanismo convivía en los pianos de cola con los registros manuales. Por ejemplo, se conserva un piano Walter de finales de 1770 que contiene tres tiradores manuales y dos palancas de rodillas para levantar los apagadores. El mecanismo de rodilleras permaneció en los pianos vieneses hasta principios del siglo XIX. [2]



Ilustración 1: Piano de mesa con mecanismo para accionar los apagadores con las rodillas. Este instrumento está conservado en el Museo de la Música de Barcelona. [2]

1.3. Pedales del piano

Los pedales del piano son los dispositivos con los que el músico puede alterar el sonido que produce el instrumento. En sus primeras épocas, la experimentación de los fabricantes para lograr el mejor sonido llevó a desarrollar pianos de cuatro y cinco pedales. Posteriormente, y hasta principios del siglo XX, el número habitual de pedales era dos, el pedal de resonancia y el pedal de una corda, situados a derecha e izquierda respectivamente.



Ilustración 2: Piano vienés con seis pedales de finales de la década de 1820 conservado en el Museo de Instrumentos Musicales de Bélgica. [3]

Una de las mejoras técnicas que se llevaron a cabo en este instrumento a lo largo de las primeras décadas del siglo pasado fue la introducción de un tercer pedal, situado en el centro. Este pedal, denominado *sostentuo* en los pianos de cola, fue patentado en 1874 por Steinway&Sons, momento a partir del cual fue ganando popularidad hasta convertirse en un elemento común a todos los pianos.

Cada uno de los pedales tiene una forma distinta de modificar la sonoridad, algo que también varía entre los pianos de cola y los pianos verticales. No obstante, su accionamiento es el mismo: presionando con la punta de los pies y sin levantar el talón del suelo. El pie derecho se utiliza para manejar el pedal derecho y el central. Con el pie izquierdo se activa el pedal izquierdo. [3]

1.3.1. Pedales en el piano de cola

En un piano de cola moderno encontramos tres pedales denominados, respectivamente *celeste*, *tonal* y *de resonancia*.

El pedal situado a la izquierda es el *pedal tonal* y su función consiste en desplazar los macillos hacia un lado, de forma que los macillos golpean solo dos de las tres cuerdas y con la zona de fieltro que habitualmente no utilizan. De esta forma se realiza una modificación del timbre. El sonido "cambia de color" y la duración de la nota es más uniforme y dulce.

El pedal del centro es el denominado "pedal de *sostentuo*" o "pedal tonal" sirve para crear el efecto llamado *nota pedal*, consistente en mantener la duración de la misma nota o acorde en aquellas situaciones en las que no se puede mantener con los dedos. Este efecto se consigue pulsando primero las notas deseadas y después mantener pulsado el pedal mientras mantenemos las notas pulsadas. Una vez hecho esto estas notas permanecerán sonando sin verse alteradas por las que se toquen después.

El pedal de la derecha es el pedal de resonancia. Cuando es pisado, permite que la nota continúe sonando, aunque se haya dejado de pulsar la tecla, añadiendo gran cantidad de armónicos de otras cuerdas que vibran por simpatía, aumentando así el volumen sonoro del piano. Se diferencia del pedal tonal en que las notas que toquemos después de pulsar el pedal también permanecerán sonando hasta que dejemos de pisar el pedal. Es el pedal más usado. [3] [4]

1.3.2. Pedales en el piano vertical

En el piano de pared o vertical, la disposición de los pedales es algo diferente.

El pedal celeste también se encuentra a la izquierda, sin embargo, se diferencia del pedal celeste de los pianos de cola en que, en este caso, el mecanismo acerca los macillos a las cuerdas, por lo que, a menor cuerda para percutir, se reduce el volumen sonoro.

El pedal sordina es el situado en el centro en los pianos verticales. Este pedal interpone una tela entre los macillos y las cuerdas, con lo cual se reduce enormemente el sonido, permitiendo tocar el piano en el estudio sin molestar a otras personas.

Por último, el pedal derecho de los pianos verticales es el único que es común a los dos tipos de piano y su funcionamiento es el mismo. [5]

1.4. Adaptaciones existentes del piano

Actualmente existen adaptaciones para los pianos que permiten a cualquier persona adoptar posturas más favorables para tocar el piano.

El primer ejemplo es el banco de extensión de pedal de piano para niños. Estos objetos utilizan unos pedales auxiliares que permiten elevar la altura de los pedales del piano para que así los niños puedan llegar a tocarlos cómodamente. El que aparece en la imagen es de la marca YunSheng, pero existen otros de otras marcas. Posee tres pedales y es regulable en altura desde 14.5 cm hasta 21cm, siendo su precio de 250 euros.



Ilustración 3: Banco de extensión de pedal de piano para niños de la marca YunSheng. [6]

Existe otra adaptación más barata o casera pero cuya función es la misma que la del artilugio anterior y es más simple. Consiste en colocar unos pedales auxiliares de chapa que van enganchados mediante unas abrazaderas a los pedales originales. Los pedales auxiliares pueden fijarse y desplazarse por unas guías también de chapa de forma que podemos regular la altura.



Ilustración 4: Mecanismo de extensión de los pedales para niños sencillo.

Se expone otra adaptación para piano que, aunque no tiene relación con las adaptaciones de este trabajo, se considera interesante. Se trata del teclado Jankó.

Es un diseño de teclado musical ideado por Paul Jankó en 1882 el cual posee una disposición alternativa de las teclas del piano tradicionalmente conocido.

La construcción del teclado Jankó parte de la idea de que una mano humana difícilmente pueda cubrir un intervalo mayor a una novena en un teclado tradicional, y en el hecho de que una misma escala debe ser digitada de manera diferente en cada clave.

Esta disposición hace que todos los acordes y escalas tengan la misma forma en todo el teclado independientemente de la tonalidad que se ejecute (a diferencia de un teclado tradicional, que requiere de doce patrones de digitalización).



Ilustración 5: Piano con teclado Jankó[7]

1.5. Patologías de los pianistas

Los músicos son susceptibles de una gran variedad de patologías que pueden repercutir seriamente en el desarrollo de su carrera profesional. Aproximadamente el 50% de los músicos sufre en algún momento de su vida profesional trastornos músculo-esqueléticos. Y casi un 12% de ellos se ven obligados a retirarse de forma permanente. De ello deriva la importancia de su reconocimiento y tratamiento precoz por el médico especialista.

Los más frecuentes son los síntomas de espalda, cuello y brazos. Estos problemas son generalmente el resultado de muchas horas de práctica, del mantenimiento de posturas forzadas, del desempeño de movimientos repetitivos, competiciones estresantes y de un gran esfuerzo por la perfección.

Se han utilizado muchos términos para describir los trastornos músculo-esqueléticos de este colectivo. Finalmente fue aceptado por consenso el término de trastorno músculo-esquelético relacionado con la práctica. Con este término se pone de manifiesto que tocar un instrumento musical es el trabajo de los músicos y que los trastornos musculo-esqueléticos son una consecuencia de este trabajo.

El término "trastorno músculo-esquelético relacionado con la práctica" se define como: "dolor, fatiga, pérdida de control, entumecimiento, hormigueo, u otros síntomas que interfieren con la habilidad para tocar el instrumento al nivel al que el músico está acostumbrado a hacerlo".

Los síntomas, una vez instaurados, raramente remiten. Usualmente aparecen en la cuarta década de la vida, cuando los artistas se encuentran en la cumbre de su carrera musical y en muchos casos les obliga a abandonarla. A menudo, aquellos afectados, no lo revelan por miedo a perder sus empleos y/o prestigio profesional. Otros, simplemente, se retiran sin ser diagnosticados correctamente. De todo esto, se puede deducir la dificultad para llevar a cabo una adecuada vigilancia de la salud en este colectivo. [6]

Las lesiones músculo-esqueléticas más frecuentes que sufren los pianistas son:

1. Lesión por Esfuerzo Repetitivo (LER)
2. Problemas de Columna Vertebral
3. Epicondilitis Lateral
4. Tendinitis de los Extensores
5. Neuropatía Digital
6. Síndrome del Túnel Carpiano
7. Síndrome Subacromial
8. Epicondilitis Medial
9. Tendinitis de Quervain
10. Tendinitis de los Flexores
11. Síndrome del Canal de Guyon
12. Síndrome del Plexo Braquial
13. Distonía Focal [7]

Para mejorar su comprensión, estas patologías se pueden agrupar de distintas maneras:

Según su localización:

- Hombro: LER, síndrome subacromial, síndrome del plexo braquial
- Codo: LER, epicondilitis medial y lateral, distonía focal.
- Mano y muñeca: LER, síndrome del túnel carpiano, tendinitis de los extensores, tendinitis de los flexores, tendinitis de Quervain, síndrome del túnel carpiano, síndrome del canal de Guyon, distonía focal.
- Columna vertebral: LER, dolores de cuello y espalda.

*LER: lesión por esfuerzo repetitivo

Según su mecanismo fisiopatológico:

- Tendinitis. Es la inflamación de un tendón y sus tejidos aledaños. Dentro de este grupo tenemos a: epicondilitis medial y lateral, tendinitis de los flexores y extensores, tendinitis de Quervain, síndrome subacromial. [7]

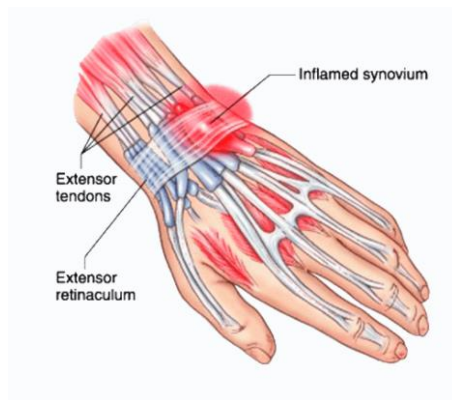


Ilustración 6:Imagen de tendinitis en los tendones extensores. [15]

- Síndromes de Compresión Nerviosa. Consisten en el atrapamiento mecánico (compresión) de uno o varios nervios, causando un bloqueo de la conducción de los impulsos nerviosos. Dentro de este grupo tenemos: el síndrome del túnel carpiano, el síndrome del canal de Guyon y el síndrome del plexo braquial.

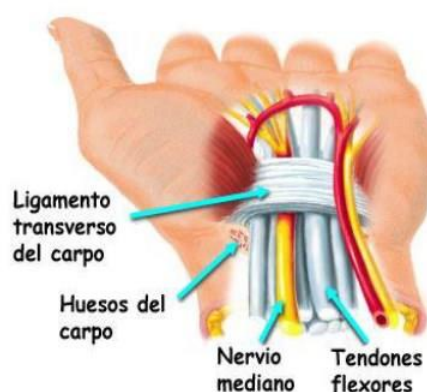


Ilustración 7:Imagen de síndrome de túnel carpiano. [19]

- Problemas de columna vertebral. Relacionadas principalmente con el dolor a nivel del cuello y/o espalda.
- Disonía Focal. Es una alteración del “control” nervioso de un músculo específico, de causas inciertas y que provoca contracciones involuntarias. [7]

1.6. Postura correcta y prevención de lesiones

1.6.1. Errores más frecuentes al tocar el piano

En este apartado se expone un listado de los principales errores que se producen al tocar el piano.

1. Sentarse con la cabeza por encima de las rodillas, obligando al área lumbar a hacer desaparecer su curva habitual, además de presionar demasiado las caderas y la zona superior del abdomen. De esta forma, se acorta un músculo llamado psoas iliaco, que permite flexionar la cadera.
2. Repartir mal el peso al sentarse. La forma correcta sería repartiendo el peso de forma equitativa en los huesos llamados isquiones (se encuentran al final de la pelvis). Si se reparte más peso sobre un lado que sobre el otro, se obliga a los músculos del cuerpo a adaptarse a esa posición, y la musculatura se acortará o alargará según las necesidades.
3. Colocar la pelvis adelantada, obligando a la zona lumbar a curvarse hacia fuera. Esto se conoce como sentarse en anteversión.
4. Tocar con los hombros subidos. Normalmente se realiza como un acto inconsciente e incontrolable. Al tocar de esta forma durante horas, se fuerzan los músculos como el trapecio superior o las escápulas, que se encuentran en hombros, cabeza y cuello.
5. Adelantar la cabeza. La cabeza no debe estar adelantada, debe estar en línea recta con la espalda. No hay que acercarla al instrumento. Si se hace esto, se acortan los músculos de la cadera anterior, y se presiona el diafragma, por lo que se tendrá dificultad para respirar bien. También trabajarían demasiado a los músculos escalenos (que están en el cuello) y se tensará la parte posterior.
6. Para no forzar el cuello, las partituras deben estar colocadas a la altura de los ojos. [8]

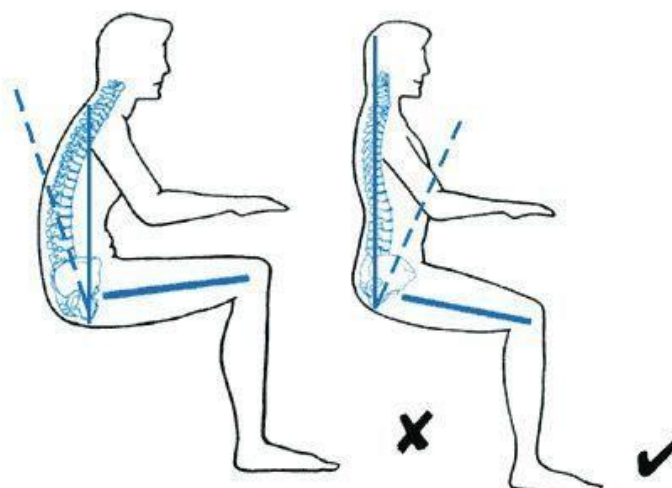


Ilustración 8: Imagen en la que se puede comparar una postura inadecuada y la postura correcta al tocar el piano. [25]

1.6.2. Postura adecuada

Para conseguir tener una buena postura corporal durante la práctica del piano, así como evitar lesiones y mejorar la técnica y velocidad al tocarlo, es necesario seguir las siguientes pautas:

1. Es importante que se pueda regular la silla en altura. Para colocarse a la altura correcta, hay que sentarse de manera vertical, colocar la mano sobre el teclado y fijarse en que el codo esté a la misma altura que las teclas blancas.
2. Hay para lograr una postura correcta, debemos repartir de forma equitativa el peso en los isquiones. Para hacerlo, hay que sentarse en la parte delantera de la silla de forma que no se apoyen las piernas.
3. El ángulo que formen las rodillas debe ser mayor que 90 grados. Además, hay que tener en cuenta cómo se produce la repartición de nuestro peso corporal al estar sentados, de forma que el 75% del peso debe recaer sobre las caderas, y el 25% restante sobre los pies.



Ilustración 9: Reparto del peso al sentarse. [23]

4. La cabeza debe estar inclinada levemente hacia el piano y los codos un poco más adelantados que el tronco.
5. La colocación de los pies y la distribución del peso. Los pies deben estar sujetos al suelo, para que al balancearse no se muevan hacia delante o hacia los lados. Para lograrlo, hay que abrir ligeramente las piernas.
6. Respecto a la colocación de las manos, éstas no deben apoyarse en el piano, los dedos únicamente hacen contacto con el teclado. Los dedos deben formar un pequeño arco al hacer contacto con las teclas. En la siguiente imagen podemos ver la posición adecuada y la errónea de colocar los dedos. Si se colocan de forma errónea, no se dispondrá de buena movilidad y se verán afectadas las articulaciones al hacer fuerza al presionar las teclas. Si por el contrario colocamos los dedos de forma adecuada, evitaremos posibles lesiones en dedos y antebrazos y además conseguiremos ocupar una posición correcta con los dedos pulgares.

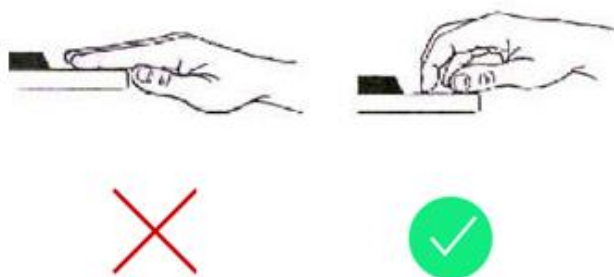


Ilustración 10: Posición errónea y correcta de las manos al tocar el piano. [24]

Los pianistas requieren la utilización de determinados grupos musculares para ejercitarse en su profesión y se han detectado numerosas patologías que se deben evitar. Debemos avanzar en la medicina preventiva aplicada a la profesión musical y, una forma de hacerlo, es realizando estudios que puedan prevenir las lesiones de los pianistas. A este objetivo trata de contribuir este trabajo de fin de grado.

Es muy importante la colaboración de profesionales de diferentes campos de la ciencia para obtener grandes logros. En este trabajo ha existido una colaboración entre Ingeniería y Fisioterapia, las dos ramas que se imparten en el Campus de Tudela de la Universidad de Navarra.

Partiendo de la base de que el instrumento es el que debe adaptarse a los músicos y no al revés, en este trabajo se van a realizar dos adaptaciones para el piano. Con ellas, se podrá realizar un estudio para contrastar la postura que se adopta actualmente y la postura adoptada con los nuevos dispositivos y así poder obtener conclusiones.

La interrelación Ingeniería–Fisioterapia facilitará la protección de la salud del pianista creando adaptaciones para el piano desde la rama de Ingeniería. Las cuales, serán utilizadas para realizar un posterior estudio postural del pianista, desde la rama de Fisioterapia.

Con todo lo anteriormente expuesto, se considera que está plenamente justificada la realización de este trabajo.

2. Objetivos del TFG y especificaciones del proyecto

Los objetivos principales de este trabajo son:

1. *Realizar el diseño y la construcción de un taburete regulable y ajustable para tocar el piano y que permita a cualquier persona adoptar la postura idónea de espalda y hombros.*
2. *Diseñar un “conjunto de pedales” que pueda ajustarse a los pedales de cualquier piano y que permita al músico adoptar la apertura adecuada de piernas al tocarlo.*

A continuación, se enumeran las especificaciones de las partes del trabajo:

Especificaciones del taburete

1. El producto final se ajustará a cualquier persona de tamaño estándar permitiendo que se adopte una postura ergonómica.
2. El taburete deberá ser regulable en altura.
3. El taburete permitirá la variación de la profundidad del asiento.
4. El producto se podrá fabricar con las máquinas disponibles en los talleres de la Universidad Pública de Navarra en el Campus de Tudela.
5. El producto final deberá ser lo más económico posible sin que esto afecte a sus prestaciones.
6. También será sencilla la regulación del taburete por parte del usuario.

Especificaciones del “conjunto pedales”

1. El producto final deberá ser ajustable a cualquier pedal y piano.
2. El pedal de nuestro mecanismo debe ser similar al de un pedal normal y válido para cualquier tamaño de pie.
3. El desplazamiento de nuestro pedal debe ser el mismo que el realizado si accionamos el pedal del piano.
4. El producto final deberá ser regulable para cualquier persona. Además, ambos pedales deberán estar a la misma altura (alineados) y deberán poder regularse en el eje x para adaptarse a cualquier ángulo de apertura de piernas.
5. El usuario será capaz de adaptarlo de manera sencilla.
6. El conjunto deberá ser estable y permanecer inmóvil durante la práctica del instrumento.
7. El producto final debe ser silencioso ya que no debe alterar el sonido del instrumento.

3. Estudio de soluciones alternativas al problema

Antes de ponerse a diseñar es necesario realizar un estudio de mercado y observar los taburetes o sillas ya existentes. Esto nos permitirá conocer productos similares ya comercializados, así como otros productos o inventos que puedan solucionar alguno de los problemas planteados. Además, la visualización de productos similares puede servir de inspiración de cara a la realización del diseño, y puede sugerir algunos aspectos de mejora mediante el análisis y la crítica.

Además, un análisis de mercado revelará la viabilidad del producto, determinando si el mercado está saturado o si por el contrario existe una demanda que todavía no se ha abastecido, bien porque no existan productos que solucionen una necesidad, o porque la oferta no sea accesible al público que la requiere. [9]

3.1. Taburete

Vamos a realizar un análisis centrándonos primero en taburetes, exclusivamente para pianistas, que están en el mercado y, posteriormente, en otras sillas o taburetes para músicos.

3.1.1. Banquetas para pianistas

Todo pianista tiene una. Son tan populares que se comercializan infinidad de modelos. Caracterizan a estas banquetas la ausencia de respaldo, la altura regulable mediante un tornillo giratorio o sistemas hidráulicos, y el tapizado superior en terciopelo o cuero de aspecto clásico. Algunas también permiten inclinar el asiento.

Existen muchos taburetes de diferentes marcas en el mercado, de los que se han seleccionado tres grupos debido a su distinto funcionamiento:

3.1.1.1 Taburetes regulables en altura por tubos de acero

Estos taburetes son los más simples. Están formados por dos patas cruzadas, que, variando el ángulo, permiten regular la altura. Suelen ser regulables por posiciones. Son ligeros, ya que su peso oscila entre los 4 y 6 kg normalmente. Son los taburetes más económicos.

Vamos a tomar como ejemplo el taburete de este tipo más vendido en Amazon. Este taburete es el GEWA 900530.



Ilustración 11: Imagen del taburete GEWA 900530. [25]

Es regulable en tres posiciones (requiere de herramientas para cambiar de posición). Este taburete es ligero (4.2 kg aproximadamente) y plegable. El precio es de unos 20 euros.

3.1.1.2. Taburetes regulables mediante tornillo giratorio.

Estos taburetes suelen tener una estructura firme formada por las patas del taburete al que se le añade el asiento con el sistema de regulación por tornillo. De esta forma se consigue que el taburete sea regulable en altura. Estos taburetes tienen una apariencia más elegante que los anteriores. El precio de estos taburetes oscila entre 50 y 300 euros; aunque también hay taburetes de este tipo, de gama superior, que superan los 700 euros.

En este caso tomaremos como ejemplo un taburete de la conocida marca Thomann. El modelo de este taburete es el Thomann KB-15 y está disponible en varios colores. Este taburete es regulable en altura de 48 a 56cm y su precio es de unos 60 €.



Ilustración 12: Imagen del taburete Thomann KB 15. [26]

3.1.1.3. Taburetes regulables en altura por mecanismo hidráulico

Estos taburetes son los más caros debido a que el mecanismo hidráulico utilizado para regular la altura es más costoso. El precio oscila entre los 120 y 600 euros. Son los más pesados, su peso oscila entre 11 y 14 kg.

Como ejemplo vamos a tomar este taburete de la marca Guil, el cual me ha llamado la atención porque es posible añadirle respaldo, el cual se compra aparte.



Ilustración 13: Imágenes del taburete Guil BQ-05 sin respaldo y con respaldo. [27]

El modelo de este taburete es el Guil BQ-05. Este taburete pesa 12 kg, su altura es regulable de 46 a 60 cm y tiene un precio de 157.50 euros.

3.1.2. Sillas de orquesta

Además de los taburetes mencionados, existen sillas para orquesta, las cuales son sillas ergonómicas, regulables y, especialmente diseñadas para cubrir las necesidades de comodidad, funcionalidad y estética que requieren los músicos de orquesta para que puedan tocar en ellas los diferentes instrumentos.

Existen distintos fabricantes con una amplia variedad de sillas de orquesta. Entre estas sillas, podemos distinguir sillas apilables, regulables en distintos sitios, con reposapiés, etc. No vamos a entrar en detalle a explicar cada silla de las diferentes marcas, pero vamos a explicar brevemente el catálogo de la marca Guil.



Ilustración 14: Catálogo de diferentes productos de la marca Guil. [27]

La marca Guil tiene treinta y cinco años de experiencia dedicándose al diseño y desarrollo de productos y equipamientos para la industria del espectáculo, del sonido, de la iluminación, así como a la fabricación de soportes y de accesorios para instrumentos musicales y equipos audiovisuales. Esta marca española tiene un amplio catálogo de sillas para músicos. Se clasifican las sillas para músicos en diferentes grupos: sillas ergonómicas para orquesta, sillas para director de orquesta, sillín/taburetes multiusos, sillas para percussionistas y sillas para contrabajistas.

Dentro de las sillas ergonómicas para orquesta encontramos dos modelos similares. Se diferencian en que una de ellas es regulable en el respaldo y asiento, y la otra no. Sus precios son de unos 120 euros la silla más sencilla y aproximadamente 180 euros la silla regulable.



Ilustración 15: Modelo de silla regulable y modelo básico. [27]

La estructura es de tubo de acero (\varnothing 25 mm) con acabado en pintura negra texturada (EPOXY), están equipadas con cuatro terminales articulados y antideslizantes que garantizan un perfecto ajuste al suelo.



Ilustración 16: Terminales articulados en las patas de la silla.[27]

Estas sillas son apilables y, además, se pueden complementar con un carro para el transporte de 10 sillas. Son las más económicas del sector, y por tanto las más habituales en orquestas y auditorios.



Ilustración 17: Imagen del carro llevando 10 sillas de orquesta. [27]

3.1.3. Equatilt

Es una silla para músicos diseñada por Gearóid Ó Conchubhair. Este diseñador ha colaborado con numerosas orquestas anotando las necesidades de los músicos y dando solución a numerosos problemas con una silla de una estética muy cuidada y una gran ergonomía.

Es elegante y regulable en altura. El asiento está inclinado hacia delante, de forma que las caderas se sitúan por encima de las rodillas, garantizando una posición neutra de la pelvis y una gran movilidad en el tronco. Dispone de un pequeño

reposapiés. La altura del asiento varía desde los 430 hasta los 580mm. El asiento permite ser plegado hacia el respaldo para reducir su tamaño y poder almacenarlo.

Los materiales utilizados están en armonía con el entorno y los instrumentos. De ahí que se haya utilizado la madera de cerezo y el tapizado negro. [9]



Ilustración 18: Imagen de la silla Equatilt. [26]

3.1.4. Banqueta Bustamante

Se trata de un asiento destinado a aprendices y practicantes de piano, que puede además servir para otras actividades, en especial, para otros músicos de la orquesta. Antonio Bustamante hizo un gran trabajo de investigación sobre ergonomía y postura corporal, colaborando con diferentes músicos y, finalmente, desarrolló esta banqueta que mejora la postura corporal.

Basándose en una postura que establece un ángulo mayor a los 90° entre el tronco y el muslo, ha creado una serie de prototipos de silla y pupitre para comprobar la eficacia de este tipo de asientos. Concluye que la silla debe ser regulada en altura para poder adaptarse a todos los usuarios, y que esta corrección de la postura ofrece buenos resultados.



Ilustración 19: Imagen de los ángulos de inclinación del taburete de Antonio Bustamante [23]

La principal característica de este asiento es que está formado por 3 partes. Una tabla horizontal en el centro, y otras dos en los lados con diferentes inclinaciones respecto a la parte central para favorecer la postura.

Antonio Bustamante desarrolló posteriormente varios asientos en base a esta banqueta. Gènia es el nombre de la banqueta que desarrolló en colaboración con Joan Núñez. La forma del asiento es similar, con la característica doble angulación que se mostró anteriormente, pero con un acolchado cómodo. La base ha sido modificada, y se une al asiento mediante un tubo telescópico que permite regular la altura gracias a un mecanismo de gas.



Ilustración 20: Imagen en la que podemos ver a Antonio Bustamante con la pianista Yena Wang y la banqueta Gènia en el Auditorio de Zaragoza. [31]

Esta banqueta es la que tiene más similitudes con nuestro proyecto, y es en la que nos vamos a basar para realizar posteriormente nuestro estudio.

3.2. Pedalera

En la etapa de lluvia de ideas se pensaron varias propuestas para solucionar el problema planteado. Algunas de estas ideas fueron rápidamente descartadas ya que no eran viables. Lo que interesa a la hora de pensar la solución es transmitir un movimiento desde un pedal auxiliar hasta el pedal del piano.

3.2.1. Sistema neumático

El primer posible sistema de funcionamiento descartado fue el neumático, ya que, aunque este sistema sería capaz de realizar la función requerida de manera eficiente, el ruido producido y el requerimiento de un compresor de aire hacen que esta solución no sea viable.

3.2.2. Sistema hidráulico

También se barajó la opción de realizar un sistema hidráulico utilizando un aceite no compresible y aprovechando el principio de Pascal, el cual dice: *"la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido"*.

O lo que matemáticamente sería:

$$A1 * F1 = A2 * F2$$

Donde:

A1 es el área de la sección del cilindro 1

F1 es la fuerza aplicada sobre el cilindro uno (en este caso sería accionada presionando el pedal)

A2 es el área de la sección del cilindro 2

F2 es la fuerza que se realizaría sobre el pedal del piano

De esta forma, si utilizamos un cilindro de sección constante, la fuerza que aplicaríamos en el pedal sería la misma que llegaría al pedal del piano.

Este método se utiliza por ejemplo en brazos hidráulicos y el funcionamiento en este proyecto hubiera sido similar. Fue descartado porque posteriormente se plantearon soluciones que se consideraron más apropiadas.



Ilustración 21: Imagen de brazo hidráulico casero en el que se puede apreciar el funcionamiento que se busca en el proyecto. [31]

3.2.3. Sistema mecánico

La opción de utilizar un sistema mecánico es una de las soluciones que parece más razonable para realizar este proyecto. Se barajó la posibilidad de realizar este trabajo inspirándonos en el mecanismo Doble Pedal, que es el utilizado en los coches de las autoescuelas. El cual se encarga de transmitir el mismo movimiento desde los pedales del copiloto a los pedales del piloto.

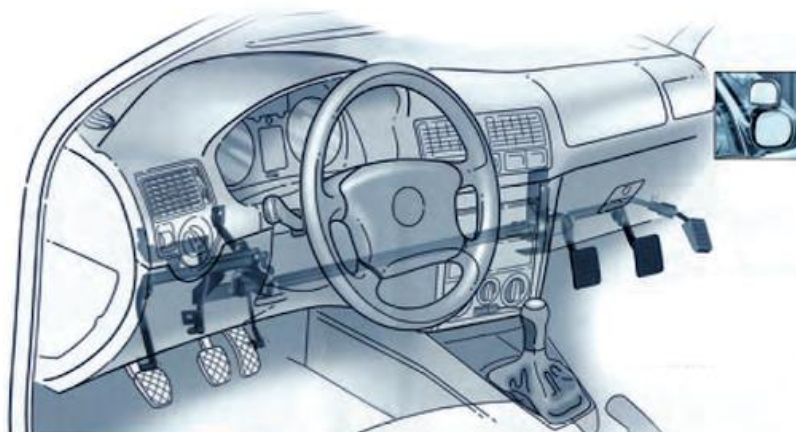


Ilustración 22: Imagen esquemática de cómo funciona el mecanismo de doble pedal.

También se investigó con los pedales de la batería para ver si se podía adaptar este sistema a nuestro proyecto.

En este mecanismo, el músico acciona un pedal que, mediante una cadena, hace girar un eje que va solidario con otro eje. Dicho dispositivo permite hacer girar otro eje en el que irá fijada la pieza que golpeará el bombo de la batería.



Ilustración 23 :Imágenes de mecanismo de pedales de la batería. [33]

El mecanismo utilizado en los pedales de la batería, con ciertas modificaciones, podría dar solución a nuestro dispositivo. Aunque hay que tener en cuenta que el pedal de las baterías es diferente al de los pianos, y además que, tras tantas transmisiones y giros, la pérdida de sensibilidad es una preocupación a la hora de llevarlo a cabo.

También supone un gran problema el hecho de que se trate de ejes sólidos, ya que eso implica que el sistema sea mucho más difícil de adaptar a diferentes posiciones.

3.2.4. Sistemas de transmisión flexible

Las transmisiones flexibles se utilizan para acoplar dos ejes o árboles no rotatorios y no alineados. Su instalación es sencilla, no requieren mantenimiento ni se desgastan. Estas transmisiones se utilizan en diferentes objetos como máquinas herramienta de control numérico, automatizaciones, robots, etc.



Ilustración 24: Imágenes de diferentes transmisiones flexibles. [28]

Estos sistemas podrían funcionar, pero vamos a tratar de buscar un sistema en el que no cambiemos el movimiento de lineal a circular y de circular a lineal porque pensamos que en este sistema habrá más pérdidas que si lo realizamos directamente con una transmisión lineal directa.

3.2.5. Transmisión mediante cable mecánico

Podemos realizar la transmisión mediante un cable mecánico o sirga, de forma que permita transmitir el movimiento sin apenas pérdidas y entre dos puntos no alineados. Este sistema es el que se utiliza en los frenos de las bicicletas, por ejemplo.



Ilustración 25: Imagen de varias transmisiones de cable mecánico. [30]

Este es el sistema de transmisión de movimiento que se ha elegido para el trabajo, ya que es el que mejor se adapta a las necesidades que requiere el proyecto.

4. Elección justificada de una solución

Una vez analizados y expuestos en apartados anteriores los diferentes taburetes para pianistas y algunas sillas existentes en el mercado, así como diferentes sistemas para adaptar los pedales del piano a diferentes usuarios. Se han visto sus puntos fuertes y débiles. Algunos de los cuales han sido valorados y se han añadido en apartados anteriores.

Posteriormente, se esbozan las ideas a llevar a cabo. El alumno realiza diseños en Solid Works y se presentan al tutor. Se ven los aciertos y aspectos a modificar o mejorar, y se van corrigiendo en los siguientes diseños. Tras varios ensayos se llega al que se cree que será el diseño definitivo y se hacen las siguientes elecciones:

a) Elección del Taburete

Se diseñará y se hará el prototipo de un taburete que sea regulable en altura mediante unas tablas laterales que proporcionaran estabilidad al producto final.

En cuanto al asiento, constará de una tabla central fija y otras dos tablas a sus lados, una delante y otra detrás, que tendrán una inclinación regulable en diferentes posiciones.

Por último, también se pretende la regulación en profundidad del asiento para así adaptarse mejor a cualquier usuario.

Teniendo en cuenta que el taburete cuidará la ergonomía y servirá para un estudio posterior de la postura, y valorando los recursos disponibles en los talleres del campus, tanto a nivel material (máquinas, herramientas...), como económico, se toman las decisiones pertinentes, sin afectar a las prestaciones del taburete.

Por supuesto, cuando se llevan a la fabricación se ven aspectos que no son posibles o deben ser sustituidos por otras soluciones mejores, más ventajosas o plausibles. Todo ello se expone, exhaustivamente, en apartados posteriores de este trabajo.

b) Elección de los Pedales

Respecto al “conjunto pedales”, solo se hará el diseño, no se hará ningún prototipo del mismo.

Se ha decidido utilizar una transmisión mediante cable mecánico y, además, con los diseños iniciales se ha llegado a la conclusión de que el conjunto deberá tener una base estable, que en este caso será de chapa de 8 mm de grosor, para aportar la consistencia que el conjunto requiere.

El conjunto se dividirá en tres partes. Una parte central que irá fija y será acoplable a los pedales del piano. Las otras dos partes serán los pedales. Uno se colocará a la izquierda y tendrá una palanca que accionará el pedal izquierdo del piano y el otro se colocará a la derecha y tendrá dos palancas, las cuales accionarán el pedal central y derecho del piano.

Se intentará que los componentes del conjunto sean fáciles de fabricar y no excesivamente caros.

5. Desarrollo de la solución

5.1. Pedalera

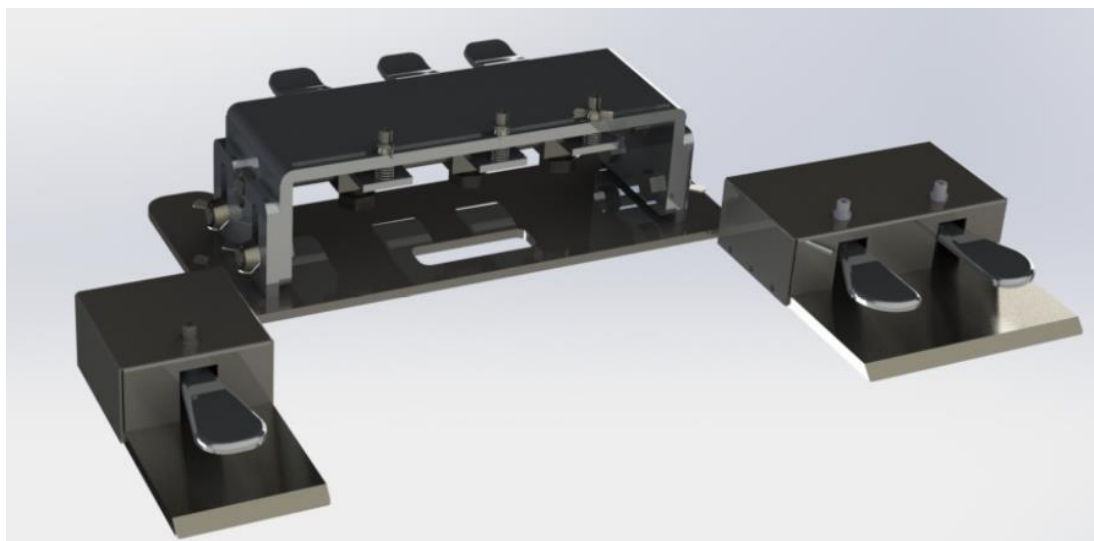


Ilustración 26: Pedalera completa

5.1.1. Ideas previas

Se procedió a realizar un primer modelo para tener una primera idea de cuál sería el funcionamiento de nuestro conjunto. El modelo consistía en una base hecha de chapa de acero que poseía una ranura, la cual servía de guía a las piezas metálicas que se ven en la imagen. La base de chapa es pesada y debería ser lo suficientemente estable para que el conjunto permanezca inmóvil y pueda ser utilizado sin ningún problema.

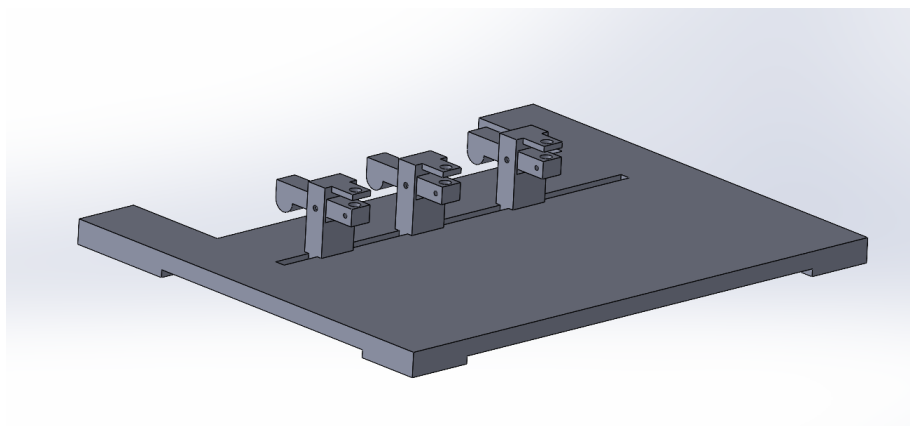


Ilustración 27: Imagen del primer prototipo para el conjunto pedales.

En las siguientes imágenes podemos ver en detalle la ranura por la que las piezas que se deben alinear con los pedales del piano se puedan regular.

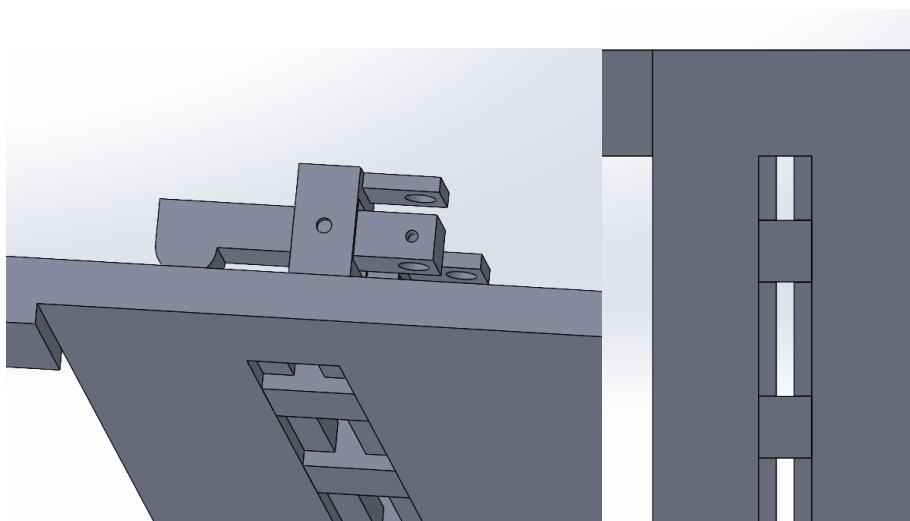


Ilustración 28: Mecanismo pensado inicialmente para la regulación de los pedales en el eje x.

También se barajó la idea de utilizar un método diferente con el que regular la posición por la ranura. Consistía en dividir la pieza en dos partes y utilizar una barra cilíndrica con rosca en un extremo, de modo que para fijarla o soltarla, y moverla, simplemente apretaríamos o aflojaríamos la rosca.

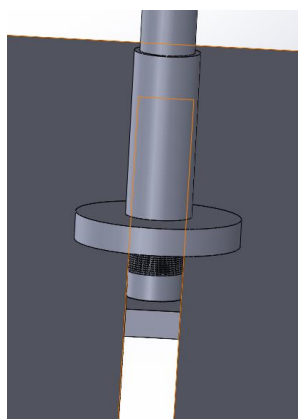


Ilustración 29: Mecanismo mediante soporte y barra roscada.

Sin embargo, este método también fue descartado, debido a que, además de su complicada fabricación, al apretarlo o aflojarlo, era una solución más inestable y menos fiable que las anteriores.

El modelo está incompleto ya que se detectaron varios aspectos a modificar, y aunque podría funcionar, la fabricación de varios componentes sería cara y compleja. De modo que se descartó este modelo y, conociendo los errores detectados y tras otros intentos fallidos, se procedió a realizar el prototipo definitivo.

Respecto a los pedales, se realizó un modelo estéticamente basado en los pedales de los teclados de piano, aunque con funcionamiento distinto. Consistía en una base de chapa, para darle peso y estabilidad, sobre la que colocaríamos el mecanismo de funcionamiento del pedal. Y recubierto de una carcasa de plástico como la de la siguiente imagen.

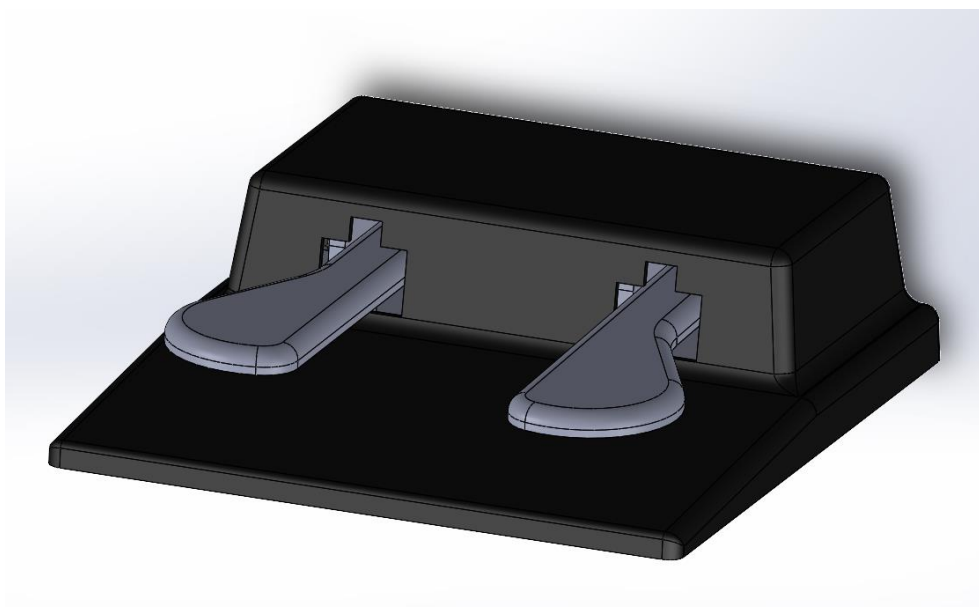


Ilustración 30: Prototipo inicial de los pedales para el pie derecho.

No obstante, esta carcasa de plástico fue descartada debido a la complejidad y el coste desde su fabricación; aunque la idea en conjunto, se parecerá a la solución final de los pedales.

5.1.2. Selección del cable mecánico

Debido a que anteriormente ya se había decidido que el conjunto funcionaría mediante cable mecánico, se va a proceder a elegir el cable. Para ello se deben tener

en cuenta varios factores como la disposición del cable, el diámetro y el material que lo recubre.

5.1.2.1. Disposición del cable

Los cables metálicos presentan una amplia variedad en la disposición de las hebras y los hilos, dependiendo del uso que se les quiera dar.

En las siguientes imágenes veremos diferentes secciones que pueden presentar estos cables. Los cables que presentan fondo azul quiere decir que están hechos de acero inoxidable, pero también pueden realizarse de acero estándar.

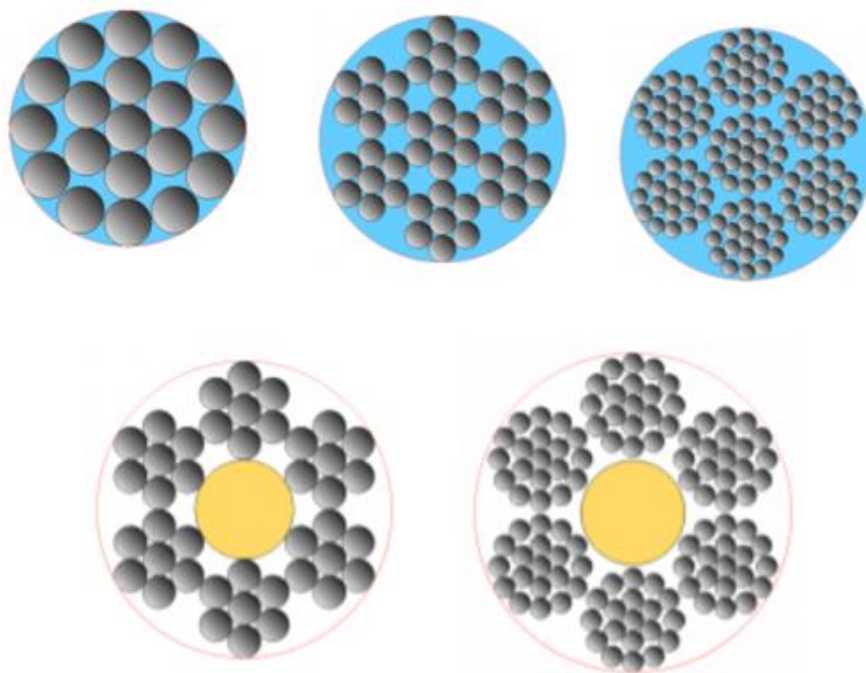


Ilustración 31: Imagen de diferentes disposiciones de los cables mecánicos.[29]

Algunos cables pueden incluir otros materiales. Por ejemplo, se le puede poner a uno de estos cables alma de fibra textil para darle otras propiedades al cable. Esto se ve representado en las dos imágenes inferiores mediante el círculo amarillo situado en el centro del cable.

Según las propiedades que posee cada cable se utilizan en unas u otras aplicaciones. Para este proyecto surgió la duda de utilizar el cable 1x19 o el cable 7x7 ya que eran los más adecuados para el uso que se le pretendía dar.

El cable 1x19 está formado a partir de una hebra con 19 hilos. Es bastante rígido y es adecuado para la transmisión de los controles mecánicos, tales como la producción de frenos para bicicletas.

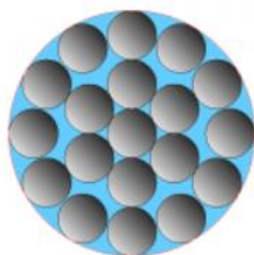


Ilustración 32: Cable de 1x19[29]

El cable 7x7 está formado a partir de 7 hebras de 7 hilos cada una. Es más flexible que el cable anterior. Puede trabajar en las poleas manteniendo una alta resistencia a la tracción.

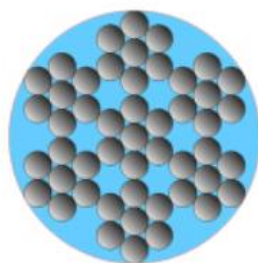


Ilustración 33: Cable de 7x7[29]

En la siguiente imagen podemos ver una comparación entre un cable 7x7 (arriba) y un cable 1x19 (abajo).



Ilustración 34: Imagen con cable 7x7 y cable 1x19.

A pesar de que el cable 7x7 podría ser perfectamente aplicable, se decidió escoger el cable 1x19, ya que es el más adecuado para la transmisión de los controles mecánicos, que es lo que se busca en este proyecto.

5.1.2.2. Diámetro del cable

Una vez elegida la disposición del cable, se procedió a la elección del grosor. Para ello, se tuvo en cuenta la siguiente tabla:

Diámetro nominal [mm] ⁽ⁿ⁵⁾	Tolerancia [%]	Peso aprox. [kg/m]	Carga de rotura calculada [kg]	Carga de rotura mínima [kg]
1	+5/-0%	0,00495	95,5	84
1,5	+5/-0%	0,0111	215	189
2	+4/-0%	0,0198	382	336
2,5	+4/-0%	0,031	597	525
3	+4/-0%	0,0446	860	756
3,5	+4/-0%	0,0607	1.170	1.030
4	+4/-0%	0,0793	1.530	1.340
5	+4/-0%	0,124	2.390	2.100

Tabla 1: Cargas de rotura y densidades lineales.

En ella podemos observar la variación de las cargas de rotura y densidades lineales dependiendo del diámetro nominal del cable de acero de 1x19.

En las columnas cuarta y quinta, están los datos sobre la carga de rotura. La carga de rotura es la máxima carga que el cable deberá soportar, teniendo en cuenta no solo la carga estática, sino también las cargas causadas por arranques y paradas repentinas, cargas de impacto, altas velocidades, fricción en poleas, etc. Por razones de seguridad se recomienda normalmente multiplicar la carga de trabajo por un factor de seguridad.

Antes de tomar una decisión final, también se debe tener en cuenta el posible alargamiento que se podría producir. Puede producirse alargamiento debido al acomodamiento de los alambres del cable cuando está en uso. También puede producirse alargamiento elástico debido a la aplicación de una carga axial. Esta se comporta según la "Ley de Hooke" dentro de ciertos límites. Por último, y en menor medida, también puede producirse alargamiento o contracción térmica debido a las variaciones de la temperatura. El alargamiento de un cable de acero en uso podría ser producto de varios factores, algunos de los cuales producen elongaciones que son muy pequeñas y, generalmente, pueden ser ignoradas. Ahora bien, estas elongaciones en el conjunto que se va a realizar serían prácticamente imperceptibles, por lo que el alargamiento no supondrá un problema en este trabajo.

Por todo lo anteriormente expuesto, el diámetro nominal seleccionado fue de 2,5 mm. Se considera que es un grosor que nos permite tener una flexibilidad suficiente para que los pedales se puedan adaptar a distintas posiciones, al mismo tiempo que soporta una carga de rotura suficiente para aguantar cualquiera de los esfuerzos que se le apliquen, y mantenerse rígido y consistente a estos esfuerzos, sin sufrir un alargamiento significativo.

5.1.2.3. Recubrimiento del cable

Anteriormente hemos visto las diferentes disposiciones y espesores de los cables mecánicos, ahora veremos el recubrimiento de estos, ya que es casi tan importante el cable metálico como el material que lo recubre.

El recubrimiento del cable metálico debe permitir que el cable mecánico se desplace fácilmente por su interior. El material utilizado en los frenos de las bicicletas es PVC. También hay algunos cables de calidad superior que utilizan cables que combinan capas metálicas de acero inoxidable con capas de PVC, como el que podemos ver en la siguiente imagen.

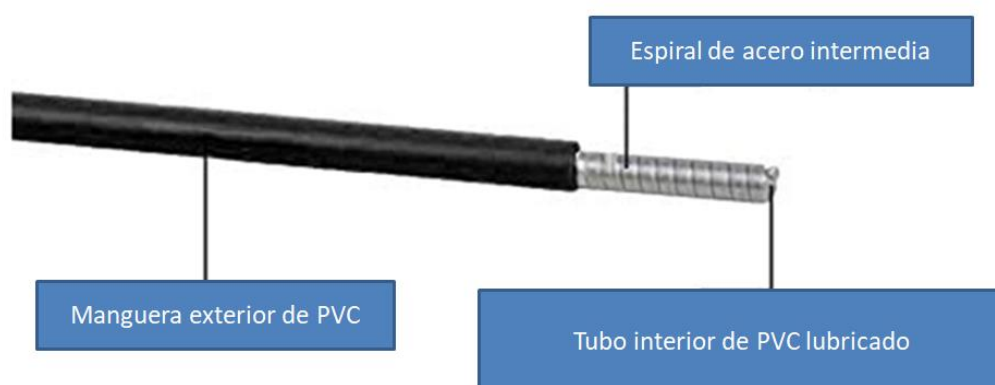


Ilustración 35: Imagen de cable mecánico con recubrimiento de PVC. [30]

El PVC posee varias propiedades que lo hacen apto para ser utilizado en esta aplicación. De entre todas las características que posee, las que hacen a este material el más adecuado para el uso que se le quiere dar son:

- Rango de temperatura de trabajo -15°C $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistencia, rigidez y dureza mecánicas elevadas.
- Resistente a la intemperie (sol, lluvia, viento y aire marino). [10]

Estas propiedades del PVC permiten que el recubrimiento del cable mecánico cumpla la función tanto de proteger el cable, como de guiarlo fácilmente hasta los sitios donde realizará el trabajo.

Una vez decidido el material que recubrirá el cable mecánico, debemos determinar las dimensiones del recubrimiento. Anteriormente se decidió que el cable tendría 2,5 mm de diámetro nominal. El recubrimiento deberá permitir al cable mecánico desplazarse por su interior sin ejercer ningún impedimento, por lo que el diámetro interior deberá presentar cierta holgura respecto al cable mecánico.

La longitud del recubrimiento deberá ser algo menor que la del cable mecánico ya que, en los extremos del cable, este deberá estar sin recubrimiento para poder tensarlo.

5.1.3. Descripción del conjunto pedalera final

Uno de los aspectos más importantes del conjunto que se va a realizar es que se pueda acoplar a cualquier piano. Para hacer esto posible se han tenido que diseñar los mecanismos necesarios que lo permitan.

5.1.3.1. Ajuste a los pedales del piano.

Para conseguir que el conjunto se ajuste a los pedales de cualquier piano se ha realizado un sistema que permite la regulación en altura del mismo y, al mismo tiempo, también permite regular la distancia entre los pedales del piano.

Para conseguir regular la separación de los pedales, se utilizarán pomos de apriete machos. Se utilizará uno para cada pedal. Mediante este sistema, se puede aflojar y apretar con facilidad el pomo, y colocar el pedal auxiliar en la posición adecuada para que se ajuste fácilmente a dichos pedales.

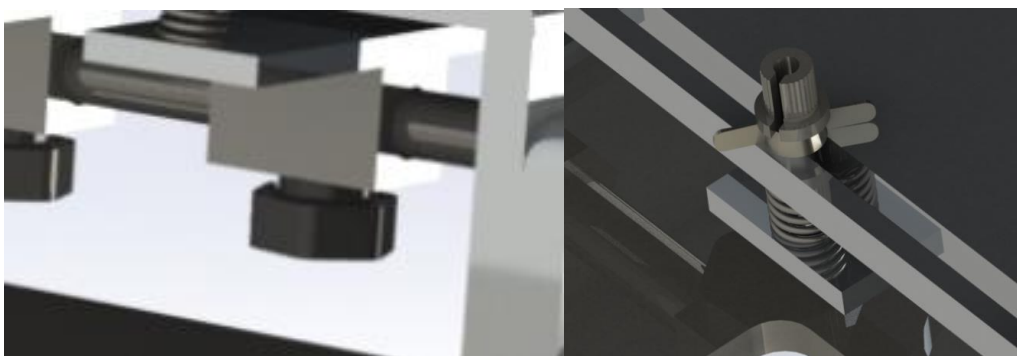


Ilustración 36: Imagen del pomo de apriete e imagen del mecanismo contratuerca mediante una tuerca mariposa.

Por otro lado, el desplazamiento del pedal auxiliar no sería posible si no se desplaza también el tensor. El tensor será fijado mediante un sistema tuerca-contratuerca. Una de las tuercas será una tuerca mariposa para que sea fácil apretarla y aflojarla. Una vez aflojada la tuerca mariposa, el tensor se podrá desplazar por la ranura horizontal que le sirve de guía. De esta manera, aflojando la tuerca mariposa junto con el pomo de apriete, se podría colocar el pedal auxiliar en la posición deseada y, una vez colocado, se apretarían y ya estaría el pedal fijado en su posición.

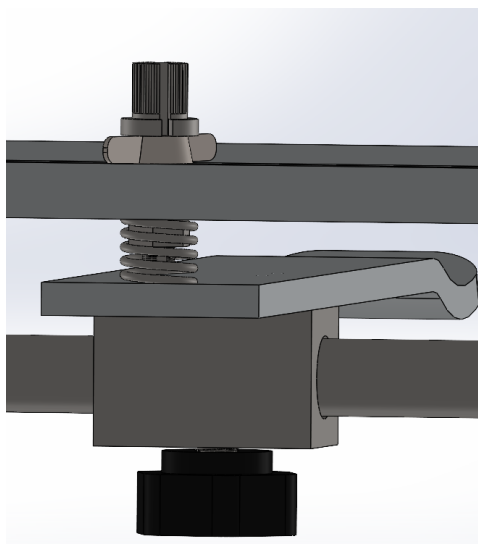


Ilustración 37: Conjunto de mecanismos que permitirán la regulación en el eje x.

Además de la posibilidad de ajustar los pedales de manera horizontal, se ha realizado un mecanismo para que también se pueda regular en altura. Este mecanismo hace que sea posible subir o bajar el conjunto de la estructura que sostiene los pedales. El mecanismo utilizará el sistema tuerca-contratuerca. Una de estas tuercas será una tuerca mariposa para que se pueda aflojar y apretar fácilmente.

Una varilla roscada pasará entre las piezas que irán fijadas a la base y las piezas que soportarán los pedales auxiliares. Esta varilla tendrá la tuerca hexagonal en la cara interna y la tuerca mariposa en la cara externa. Aflojando las dos tuercas mariposa de cada lado, se podría colocar el conjunto a la altura deseada. Una vez colocado, se aprietan las tuercas y volvería a quedar fijado.

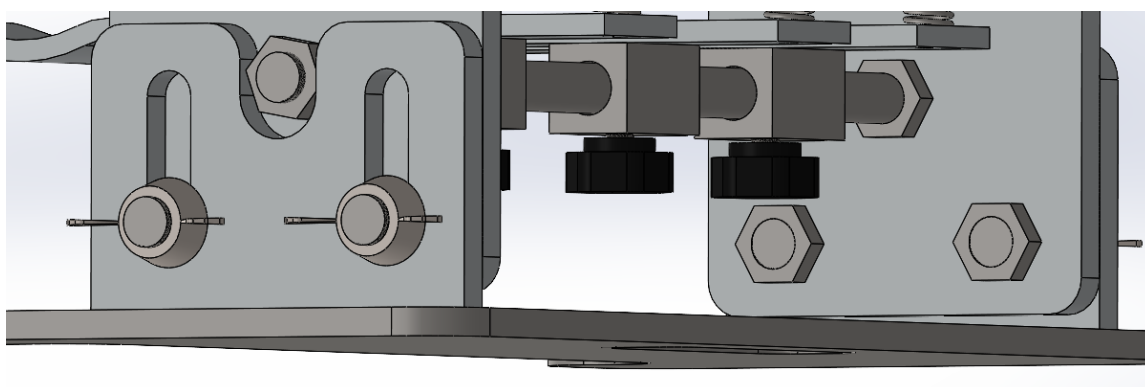


Ilustración 38: Imagen en la que se puede observar el mecanismo para la regulación de la altura del sistema.

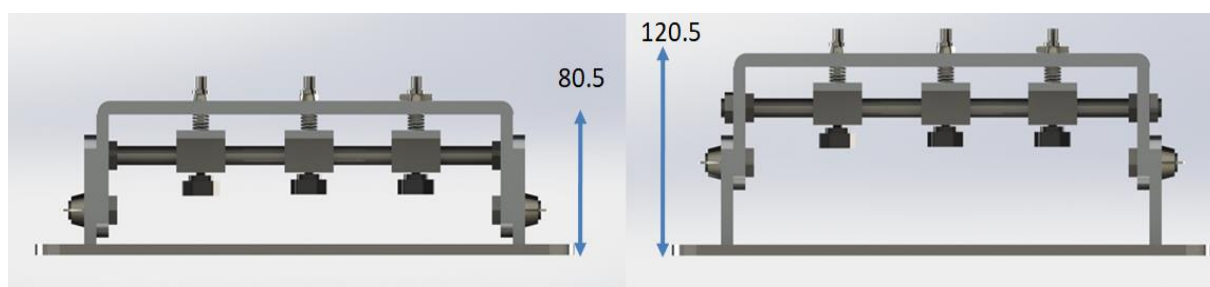


Ilustración 39: Altura mínima y máxima del conjunto central.

5.1.3.2. Regulación de la apertura de piernas.

Como se va a utilizar el sistema de transmisión mediante cable metálico, se pueden tener los pedales independientes respecto a la base central. Esto permite que los pedales se puedan colocar en la posición deseada, siempre que la longitud del cable lo permita.

Los pedales se deberán colocar ambos a la misma altura para conseguir la postura ergonómica deseada. Los pedales se colocan en la posición deseada y la base de acero le proporciona la estabilidad necesaria para que el pedal se mantenga estable al pisarlo.

5.1.3.3. Transmisión de movimiento

El mecanismo que se ha utilizado está inspirado en los frenos de llanta de las bicicletas. Los frenos de llanta consisten en que el usuario aprieta una maneta de freno situada en el manillar. Esto hace que el cable mecánico se tense y active el sistema de freno. Dicho sistema hace que las pastillas de freno rocen la llanta produciendo el frenado de la bicicleta.

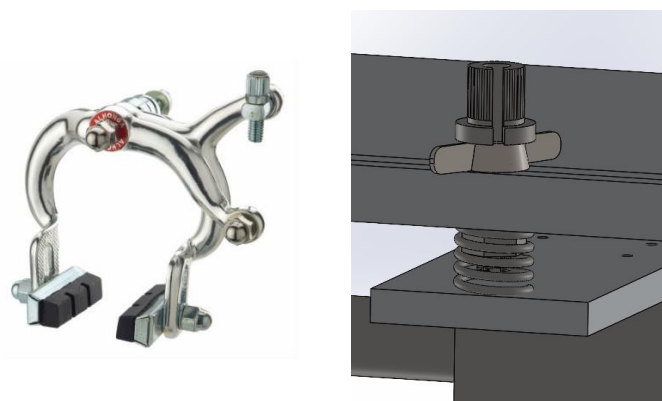


Ilustración 40: Comparación de freno de bicicleta y el mecanismo utilizado. [32]

Cuando el usuario acciona la maneta de freno, lo que está sucediendo es que está tensando el cable mecánico. El cable transmite esta tensión hasta el sistema de freno. En el freno, el cable mecánico pasa por un tensor y después está fijo mediante un tornillo a la pieza móvil del freno. De este modo, al apretar la maneta, el movimiento se transmite hasta la pieza móvil, y esta hace que las pastillas de freno rocen la llanta y frenen la bicicleta.

El funcionamiento de los pedales ideados sería parecido, solo que se sustituiría la maneta de freno por un pedal, y el movimiento sería transmitido a otra palanca auxiliar que se ocuparía de accionar el pedal del piano.

Mediante este sistema será posible transmitir el movimiento desde los pedales que acciona el usuario, hasta los pedales del piano. También permite mantener los pedales independientes a la base, y con amplia libertad de movimiento para que se puedan ajustar a la postura adecuada de los diferentes usuarios.

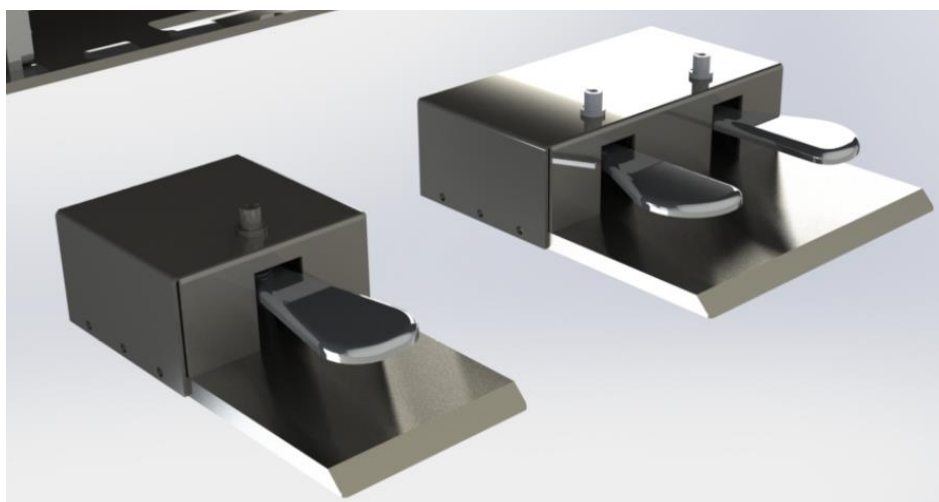


Ilustración 41: Nuevos pedales. Tienen cubierta de chapa plegada y base de acero de 8 mm.

5.1.4. Elementos comerciales

5.1.4.1. Tuercas

- Tuercas mariposa M14: se utilizarán 4 tuercas mariposa de métrica 14 para facilitar la regulación de la altura del conjunto, con el fin de mejorar su ajuste a los pedales del piano.
- Tuerca hexagonal baja M14: serán utilizadas para fijar la barra que contendrá los pedales y el mecanismo de regulación de altura.
- Tuerca mariposa M6: se utilizarán 3 para poder regular los tensores.
- Tuerca hexagonal M6: también se utilizarán 3 para poder regular los tensores creando un sistema contratuerca con las tuercas mariposa M6.

5.1.4.2. Barras

Se utilizará una barra de 14 mm de diámetro, la cual servirá de soporte a los pedales auxiliares y estará roscada en los extremos para poder fijarla.

5.1.4.3. Varillas roscadas

Se utilizará una varilla roscada de métrica 14, será cortada en diferentes segmentos que se utilizarán para regular la altura del conjunto y poder ajustarlo a los pedales.

5.1.4.4. Cable

Como se ha mencionado anteriormente, el cable mecánico utilizado será de un espesor de 2.5 mm y la disposición del cable será 1 x 19.

5.1.4.5. Chapas

- **Chapa de acero:** se utilizará una chapa de acero de 8 mm de grosor. Se utilizará mayormente para los elementos que sirven de base ya que este material aportará con su peso la estabilidad que se busca.
- **Chapa de aluminio:** se utilizará aluminio para otras piezas del conjunto ya que es más ligero. Serán de este material piezas como los pedales, ya que no deben ser muy pesados y se mantendrán estéticamente bien debido a que es inoxidable.

5.1.4.6. Muelles

El muelle seleccionado para colocar en los pedales y en el conjunto es un muelle de 25 mm de largo, con un diámetro exterior de 12 mm y un espesor del muelle de 1 mm.

5.1.4.7. Tensor

Se ha utilizado un tensor de freno de bicicleta cuyo diámetro interior es 5 mm y su longitud total es de 36 mm.

5.1.4.8. Pomos de apriete

Para la regulación de los pedales se utilizarán 3 pomos de apriete machos con rosca.

5.1.5. Materiales

Los materiales más empleados en el conjunto pedales serán el acero y el aluminio. Ambos materiales son metales y las piezas han sido diseñadas para que una vez mecanizadas no sea necesario realizar procesos complejos ni caros.

5.2. Taburete

5.2.1. Ideas previas

En un principio, se planteó hacer una silla similar a la diseñada por Antonio Bustamante. El arquitecto compartió los planos de esta silla en internet, la cual está pensada para personas cuya altura esté entre 1.65 y 1.70 metros. En la siguiente imagen podemos ver la silla publicada por Antonio Bustamante. Si el lector quiere diseñar esta silla, el autor dice que deben utilizarse estas medidas exactas ya que como dice el arquitecto: *"una pequeña variación en las medidas de las piezas puede dar lugar a una silla incómoda o muy desafortunada"*.

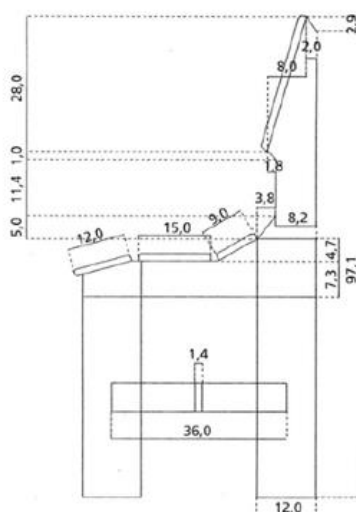


Ilustración 44: Medidas de la silla facilitadas por Antonio Bustamante [41]

Antonio Bustamante también ha facilitado ideas de diferentes apariencias que se le pueden dar a la silla dependiendo del uso que se le quiera dar.

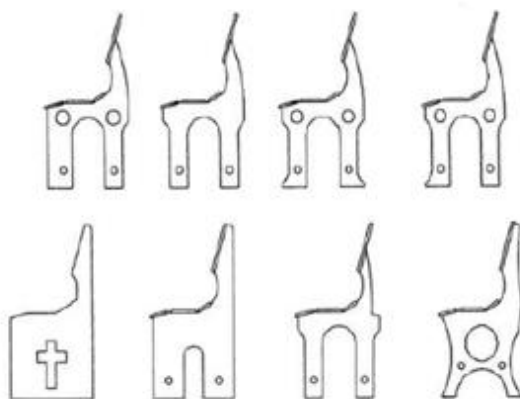


Ilustración 45: El soporte de la silla según varios estilos. [41]

La primera idea de la que se realizó un diseño, fue una silla basada en las medidas facilitadas por Antonio Bustamante y buscando un método para hacerla regulable en diferentes sitios. Pues el objetivo de la silla era realizar posteriormente un estudio de la postura.

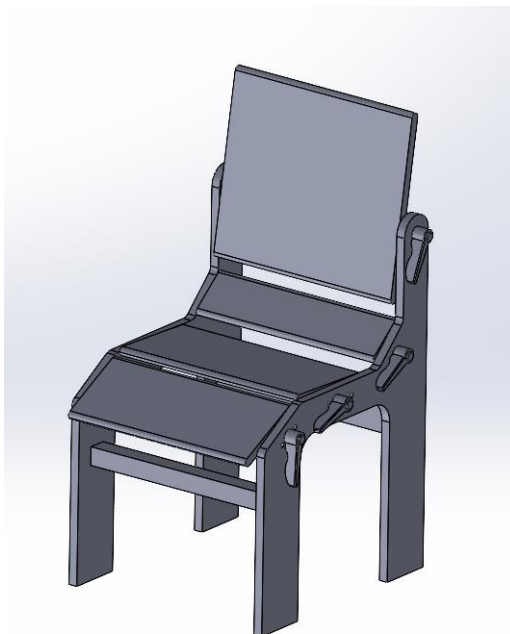


Ilustración 46: Imagen del primer prototipo de la silla realizado

En este prototipo, el sistema utilizado para regular la posición de las diferentes tablas, es realizando diferentes agujeros en los perfiles laterales de la silla, tal y como se puede observar en la siguiente imagen.

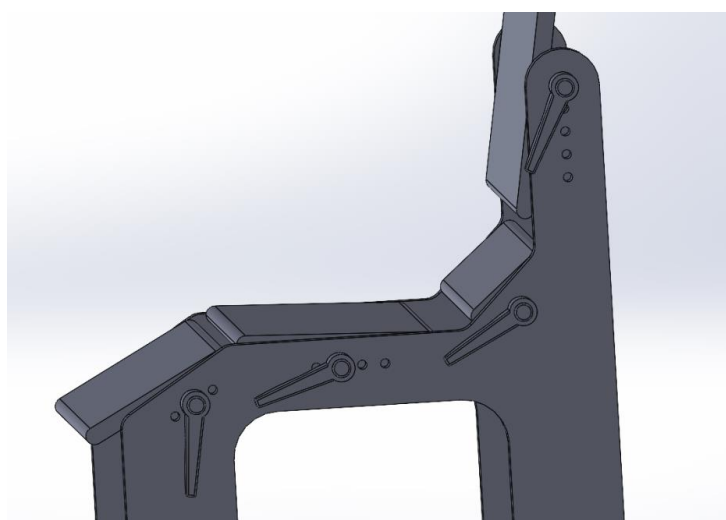


Ilustración 47: Perfil del primer diseño en el que se pueden ver las manetas para la regulación y los agujeros con las diferentes posiciones que se podrían adoptar.

De esta forma, se podría regular la altura del respaldo y la "profundidad" de la silla para adaptarse al tamaño del músico. También nos permite regular la inclinación, permitiendo estudiar la postura en las diferentes inclinaciones de las tablas. Para que sea posible esta regulación en la inclinación, se ha colocado una varilla roscada por los extremos, que va de lado a lado en la parte trasera del respaldo de la silla. En un extremo tendremos una tuerca y en el otro extremo una maneta hembra. De esta forma, al aflojar la maneta se podrá girar la tabla que deseemos con la inclinación buscada y, posteriormente, se volverá a apretar.

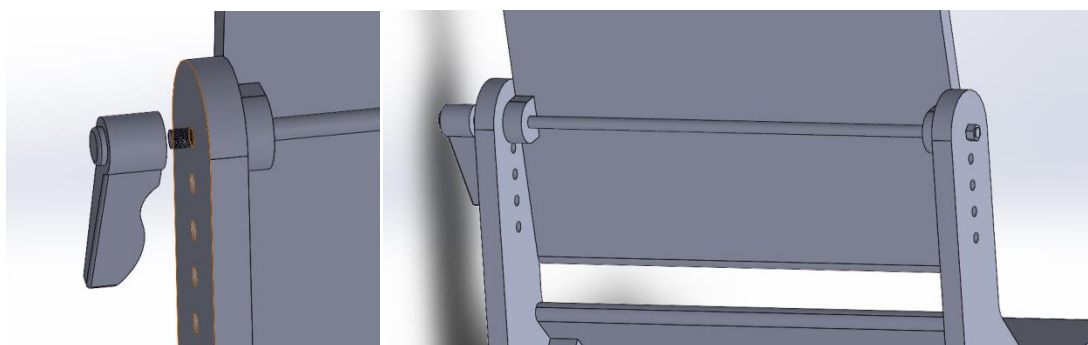


Ilustración 48: Imagen de la maneta hembra roscada a la varilla roscada e imagen de la varilla roscada en ambos extremos con la maneta y la tuerca al otro extremo.

Este primer diseño de silla fue descartado por varias razones. En primer lugar, el sistema de la varilla que va de lado a lado puede crear tensiones innecesarias y ser inestable. La regulación conseguida en el respaldo por este sistema será limitada y muy incómoda. También se generarán huecos entre las tablas del asiento. En general sería bastante imprecisa en la regulación e incómoda.

De modo que se creó un diseño nuevo aplicando ciertos cambios.

El cambio más significativo es que se eliminó el respaldo. La razón principal por la que ha sido tomada esta decisión es debida a que la principal finalidad del respaldo es para descansar la espalda durante las pausas. Sin embargo, la finalidad de nuestra silla, que ahora es un taburete, no es la de estar tocando durante largos periodos de tiempo, sino la de realizar un estudio sobre la postura.

Otro cambio se ha realizado sobre la tabla central, sobre la que el músico se sienta. Ahora no se puede inclinar y estará fija. De esta forma el taburete será más estable. Además, no tenía mucho sentido desde el punto de vista postural que esta tabla se pudiera inclinar.

También se ha añadido en las patas un sistema para regular la altura. En cada pata se han añadido dos tablas con agujeros. Se colocaría un pasador en cada pata. Mediante este método conseguiríamos de una forma barata y eficaz regular la altura.



Ilustración 49 :Imagen del segundo prototipo, se sustituye la silla por un taburete.

Teniendo en cuenta los cambios que había que modificar, además de otros aspectos que se pensó que podrían mejorar el resultado final, se tomó la decisión de realizar un nuevo modelo tratando de resolver los problemas anteriormente mencionados.

5.2.2. Descripción del resultado final



Ilustración 50: Imagen de cómo sería el taburete final

5.2.2.1. Regulación de la altura.

En el modelo definitivo se realizaron varios cambios significativos respecto a los diseños realizados anteriormente.

La regulación de la altura del taburete es el aspecto más importante para que se pueda adaptar a cualquier persona. Para la regulación de altura se optó por un modelo más sencillo y estable que las propuestas anteriores, que consiste en la colocación de un tablero a cada lado con agujeros que servirán para regular la altura. De este modo, el taburete será más estable, además se facilitará tanto la regulación como el montaje de la silla.

Para conocer las medidas máximas y mínimas aproximadas de la altura que deberá tener el taburete, se ha acudido a una tabla de datos sobre la altura poplítea realizado por Lara Delgado Lafuente en su trabajo “Musician´s chair”.

La altura poplítea es la distancia que hay desde el suelo hasta la zona inmediatamente posterior de la rodilla (corva) de un individuo sentado con las piernas formando un ángulo de 90 grados.

En la siguiente tabla se recogen datos desde la altura poplítea mínima entre la población infantil de doce años en adelante y la altura poplítea máxima entre la población adulta.

Para recoger la altura poplítea mínima, en las medidas infantiles se ha seleccionado el percentil 5 y 50. Para la altura poplítea mínima, en adultos, se ha anotado el percentil más alto disponible para todas las medidas adultas.

			HOMBRES	MUJERES
DISEÑO DE MOBILIARIO ERGONÓMICO	12 años	P5	358	353
	12 años	P50	390	388
	18-25 años	P95	484	439
	25-42 años	P95	487	442
	42-65 años	P95	470	435
	> 75 años	P95	450	416
DISEÑO DE MOBILIARIO UNIVERSITARIO	18-30 años	P95	523	473
	DATOS INSHT	16-65 años	P99	491

Ilustración 51: Tabla que recoge datos de la altura poplítea en diferentes grupos de población

Observando los datos obtenidos en la tabla, las medidas ideales del taburete deberían variar desde los 353 mm a los 523. Sin embargo, las medidas del taburete realizado van desde los 379 mm hasta los 554 mm.

Por lo tanto, el taburete será válido desde las niñas de 12 años pertenecientes al percentil 50 hasta cualquier persona adulta.

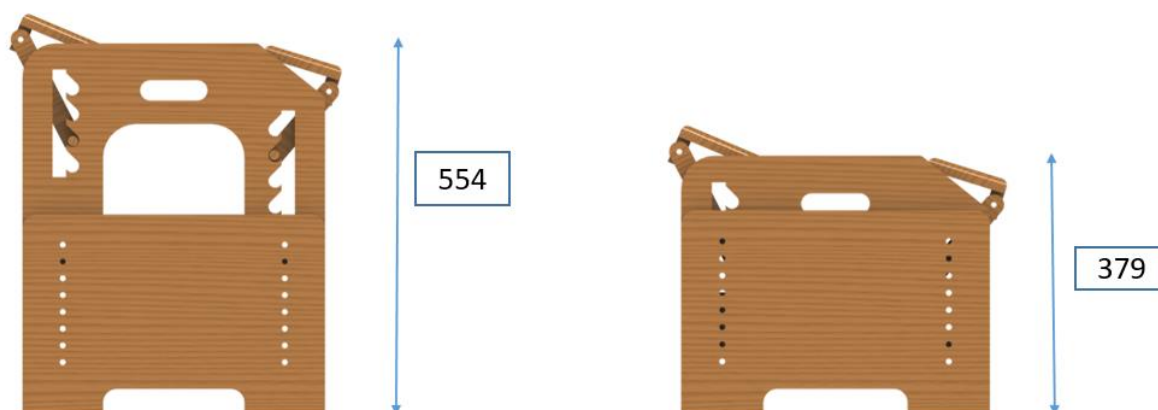


Ilustración 52: Imagen de la altura máxima y mínima que puede alcanzar el taburete.

5.2.2.2. Regulación en la profundidad del asiento

Para mejorar el taburete se diseñó un sistema que permitiera la regulación de la profundidad del asiento. La solución que ha sido realizada consiste en dividir la tabla central en dos partes. Esas dos partes estarán apoyadas sobre una tercera tabla que servirá de soporte para las mismas y a la vez de guía. Esta última tabla también dará estabilidad a la silla.

La primera parte será la delantera, y estará atornillada a la tabla inferior (estará fija). A ella estará unida la tabla reclinable delantera. La segunda parte será la trasera. Ésta será la parte móvil (regulable) e irá unida a la tabla reclinable trasera.

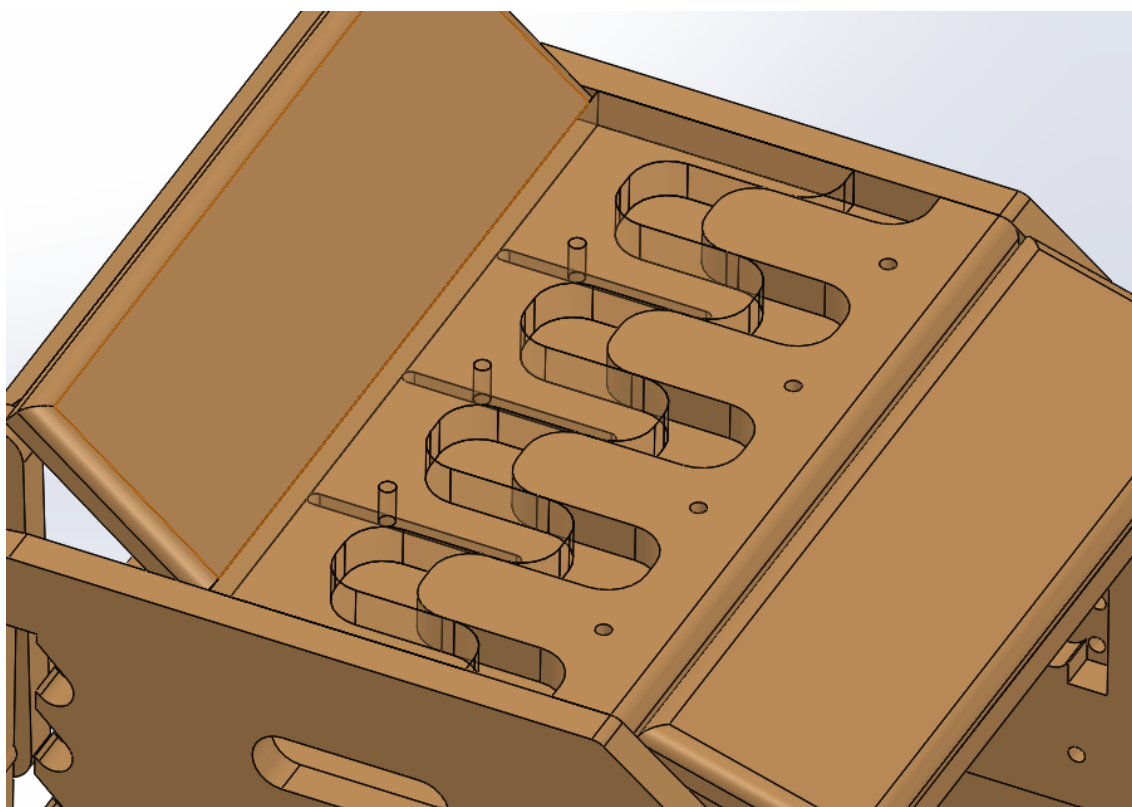


Ilustración 53: Imagen en la que se ha cambiado la transparencia de una pieza para que se observe cómo funciona el mecanismo de regulación de la profundidad del asiento.

La geometría realizada y las guías de la tabla inferior hacen posible que la segunda parte se desplace de manera guiada y, de esta manera, se consigue que el asiento sea más o menos profundo. La regulación se realizará con tres tornillos de taco de métrica 8. De esta manera se conseguirá que el asiento sea regulable diez centímetros más.



Ilustración 54: Imagen del tornillo de taco utilizado.

Por lo tanto, la regulación de la profundidad del asiento podrá variarse desde los 17 hasta los 27 cm.



Ilustración 55: Imagen de la profundidad del asiento mínima y máxima.

Una vez regulada la profundidad del asiento para cada persona, se recomienda colocar un buen cojín para que resulte más cómodo.

5.2.2.3. Regulación de la inclinación de las tablas reclinables

Otro cambio significativo respecto al anterior modelo fue la forma de regular la inclinación de las tablas. Esta vez se optó por tener las tablas reclinables unidas a las tablas centrales mediante unas bisagras de piano.

Estas bisagras, además de ser muy estéticas, cumplen a la perfección la función de poder regular la inclinación de las tablas delantera y trasera.

Para la realización de este taburete se utilizaron dos bisagras de piano de acero inoxidable de 480 x 32 mm.



Ilustración 56: Imagen de las bisagras de piano utilizadas.

Para regular la altura se realizaron unos agujeros en la parte superior de las tablas laterales del taburete, creando de esta manera una especie de guías y, mediante una barra cilíndrica que atravesará esos agujeros por ambos lados, podremos regular la altura.

Estos agujeros permitirán que la barra encaje en diferentes posiciones, permitiendo de esta forma regular la inclinación de las tablas dependiendo de la posición en que la barra sea colocada.



Ilustración 57: Regulación inclinación parte delantera.



Ilustración 58: Regulación inclinación parte trasera.

5.2.2.4. Estética

La función principal del taburete no es la estética, ya que va a estar destinado a la realización de un estudio postural para los pianistas. Sin embargo, el diseño de este taburete y la realización en contrachapado de madera de abedul, hacen que estéticamente transmita una sensación de robustez, calidez y practicidad. Además, se integra muy bien en diferentes ambientes, desde salones de música, auditorios e incluso iglesias, ya que la madera está muy presente en estos lugares.



Ilustración 59: Auditorio de Berriozar en el que se puede observar que abunda el uso de madera.

Además, se podría realizar fácilmente diferentes personalizaciones para los diferentes lugares en los que se pretenda utilizar. En las siguientes imágenes se pueden ver distintas posibilidades para iglesias, niños, escuelas de música y conservatorios.



Ilustración 60: Imágenes de diferentes apariencias que se le podrían dar al taburete.

5.2.3. Elementos comerciales

Bisagra de piano

Las dos bisagras de piano utilizadas son de acero inoxidable y sus medidas son 480 mm de largo por 32 mm de ancho.

Tablero de madera

El tablero utilizado es de madera contrachapada fenólica de abedul de 18 mm de espesor. Las dimensiones del tablero son de 122 cm de ancho por 250 cm de largo.

Barras de madera

Se han utilizado dos barras cilíndricas de madera para la regulación de la inclinación de las tablas delantera y trasera.

Tornillos taco

Se utilizaron 3 tornillos taco de acero inoxidable cuyas medidas principales son de 8 mm de diámetro y 30 mm de longitud.

Tirafondos

Para realizar algunas uniones fijas se utilizaron tirafondos. Se han utilizado 3 tirafondos de 3.5 mm de grosor por 30 mm de profundidad para la unión de la parte delantera del asiento central que va fija. Para la colocación de las bisagras de piano se utilizarán tirafondos de 3 mm de grosor por 30 mm de profundidad.

Cola para madera

Para la unión de elementos fijos del taburete se ha utilizado cola blanca rápida para maderas y sus derivados.

Galletas de madera

Mediante una fresadora engalletadora, se realizaron unas ranuras en los lugares donde se deseaba colocar uniones fijas. En esas ranuras se colocaron las galletas de madera, que junto con cola blanca dan la estabilidad buscada a la unión.

Pasta para madera

Se utilizó pasta para madera con fibras de madera de la marca Axton para corregir posibles imperfecciones durante la fabricación del prototipo.

Barnices

El barniz utilizado es un barniz de ebanistería de poliuretano. Como la madera utilizada es bonita estéticamente, se ha utilizado barniz incoloro.

Cilindros de acero para los pasadores

Se utilizaron uno para cada agujero de los lados del taburete, por lo que son 36 en total (32 en costados inferiores y 4 en los superiores. Los cilindros tienen 8.75 mm de diámetro exterior y 7 mm de diámetro interior.

Pasadores

Se utilizaron unos pasadores de acero para la regulación de la altura cuyo diámetro es de 6 mm y una longitud de 4 cm.

5.2.4. Materiales

El material con el que se va a realizar el prototipo es casi en su totalidad contrachapado fenólico de madera de abedul de 18 mm de espesor.

El contrachapado consiste en la unión de finas láminas de madera, pegadas con las fibras transversalmente unas sobre otras mediante resinas sintéticas, aplicándoles fuerte presión y calor. Con esta técnica se obtiene un material perfectamente plano, calibrado y con aspecto de madera maciza.



Ilustración 61: Imagen del tablero de madera utilizado

Se trata de un tablero fenólico, lo que quiere decir que se fabrica con unos adhesivos a base de resinas fenólicas, que es una resina sintética termoestable. Se caracteriza por su resistencia al calor y al agua. Por eso se utiliza en la fabricación de muebles, construcción de molduras, paneles, revestimientos superficiales y en la construcción de exteriores.

Se ha escogido este material porque es fácil trabajar con él, además de que es estructuralmente muy resistente, biodegradable y nos proporcionará un aspecto estético atractivo.

Las propiedades mecánicas que presentará el tablero que vamos a utilizar son:

- Resistencia a la compresión: 526 kg/cm²
- Resistencia a flexión estática: 1.548 kg/cm²
- Módulo de elasticidad: 170.000 kg/cm²

6. Complementos

6.1 Mejoras realizadas y fallos corregidos

Durante la realización del prototipo surgieron varias ideas de mejora aplicables al taburete. Algunas de ellas directamente fueron realizadas, otras no se realizaron, pero serán nombradas en este apartado.

6.1.1 Tablas verticales que también sirven como guías

En el modelo de taburete, para aportar estabilidad al conjunto inferior, se colocó una tabla horizontal paralela al suelo. Sin embargo, si en vez de una tabla horizontal se colocan dos tablas perpendiculares al suelo y a una distancia adecuada una de la otra, además de que aportarán más estabilidad al taburete, servirán de guía para el conjunto superior y esto facilitará la regulación de la altura.



Ilustración 62: Imagen de la idea inicial y la final

6.1.2. Pasador cambiarlo por el pasador con muelle

Para facilitar la regulación de la altura del asiento, en vez de utilizar pasadores convencionales, se han colocado unos pasadores que tendrán un muelle e irán incrustados en la madera. De esta forma, al tirar de él, se saldrá del agujero y el propio pasador buscará la siguiente posición.



Ilustración 63: Pasador con muelle utilizado

6.1.3 Regulación profundidad del asiento: de tres tornillos a uno con dos guías

Para regular la profundidad del asiento se comprobó que no era muy práctico utilizar tres tornillos taco. Pues, para regularlo, sería necesario el uso de herramientas y, además, se tardaría mucho más tiempo. La solución que se realizó fue mantener dos de los tornillos taco para que sirvan de guías (sin apretarlos del todo y con la rosca bloqueada) y utilizar un pasador en el agujero central. De esta forma, se pasaría de tener tres tornillos a tener un pasador con dos guías.

Para que esta modificación fuera posible, se ha modificado la tabla inferior central que soporta y guía el mecanismo de regulación de la profundidad.



Ilustración 64: Cambio realizado en la tabla central de debajo del asiento.

6.1.4 Tableros exteriores sin agujeros

Con el fin de mejorar la estética, con los pasadores con muelle colocados por dentro, no es necesario que los tableros exteriores de los costados sean agujereados de extremo a extremo. Así, la parte exterior podría quedar “limpia”, sin ningún agujero, haciendo de esta forma que la madera de abedul utilizada luzca más y obteniendo así un mejor resultado estético.

6.1.5 Regulación de la altura desde el exterior

Uno de los principales cambios que se realizarían en un futuro modelo de taburete sería colocar el mecanismo de regulación de altura en el exterior de la silla en vez de en el interior. La solución pensada colocaría en las tablas laterales superiores los agujeros de regulación, y se fijaría el pasador en los laterales inferiores. De esta forma, en los costados laterales inferiores solo se colocarían dos pasadores en cada lado y, además, estarían por fuera del taburete, de forma que sería más fácil regular la altura.

6.1.6 Marcas para conocer la posición

Se podrían también colocar unas guías o marcas en la madera mediante un pirógrafo para madera, xilografía o alguna tinta especial para grabado. De esa forma, se sabrá en todo momento la posición actual en la regulación de la altura e, incluso, en la inclinación de las tablas del asiento.

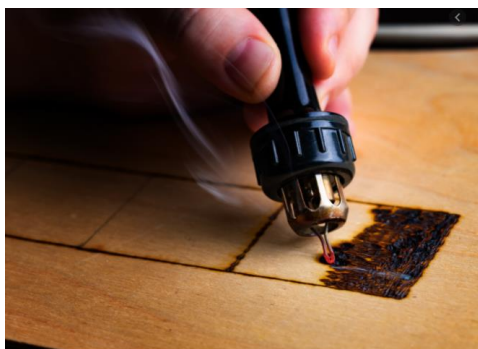


Ilustración 65: imagen de pirógrafo marcando madera. [11]

6.1.7. Poner un tope en la posición más baja

Una mejora que sería conveniente añadir es la colocación de unos topes para que el asiento no descienda más de la posición inferior en la que se puede regular el taburete. De esa forma, se evitaría la sujeción del peso mediante otros componentes de la silla cuya función no es esa y se evitaría su deterioro.

6.1.8. Colocación de arandelas

Durante la realización del prototipo se colocaron unas arandelas de poliuretano transparentes en la unión de la barra de madera con los brazos, se usarán para regular la inclinación. Posteriormente, las arandelas junto con los brazos, se han fijado mediante unos finos pasadores metálicos. De esta forma, los componentes quedan bien fijados y el mecanismo de inclinación de las tablas del asiento funciona correctamente.

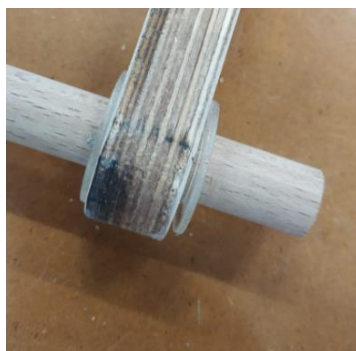


Ilustración 66: Imagen en la que se puede ver la disposición de las arandelas

6.1.9 Colocación de cilindros de acero

En los agujeros del prototipo, cuya función es la regulación de la altura, se han colocado unos cilindros de acero. Estos facilitarán la entrada del pasador con muelle a los agujeros o, dicho de otro modo, el pasador encontrará más fácilmente los agujeros.

A su vez, estos cilindros impedirán que el pasador deforme la madera al introducirse en los agujeros, y permitirán que la carga que el taburete pueda soportar sea mayor.



Ilustración 67: Cilindros de acero en los agujeros de la madera.

6.2. Instrucciones de uso

En este apartado se explicará brevemente y con la ayuda de fotografías cómo se regula el taburete ya montado. Se va a explicar cómo regular la altura, la profundidad del asiento y la inclinación de las tablas reclinables.

6.2.1. Regular la altura

Para regular la altura del taburete, se deben aflojar los 4 pasadores con tornillo. Es más sencillo que se realice la regulación entre dos personas, cada una sujeta dos tornillos en cada lado y se elige la posición a la que se quiere colocar.

Para realizar la regulación una sola persona se procederá soltando primero los dos pasadores de un lado. Después se sueltan los pasadores del otro lado y el propio taburete, al ir guiado, buscará la siguiente posición.



Ilustración 68: Se parte de una posición y se separan los dos pasadores de un lado.



Ilustración 69: Se sueltan los dos pasadores del otro lado y el taburete baja una posición.

Es complicado regularlo una sola persona, pues hay que ir de agujero en agujero hasta encontrar la posición deseada. Además, será más complicado regularlo hacia arriba ya que hay que subir a pulso el peso del taburete.

6.2.2. Regular la profundidad del asiento



Ilustración 70: Posición inicial y retirada del pasador.

Para la regulación de la profundidad del asiento lo primero que hay que hacer es retirar el pasador central (se le ha añadido una arandela para que sea más fácil cogerlo).



Ilustración 71: Regulación a la posición deseada y colocación del pasador.

Una vez extraído el pasador, se desliza la parte trasera del asiento a la posición deseada. Por último, se vuelve a colocar el pasador.

6.2.3. Regular la inclinación de las tablas

La regulación de las tablas reclinables será similar para la tabla delantera y para la trasera. Simplemente hay que agarrar la barra (mejor si es por el centro) como se ve en la siguiente imagen. Se saca la barra de la posición actual y se coloca en la nueva posición deseada.

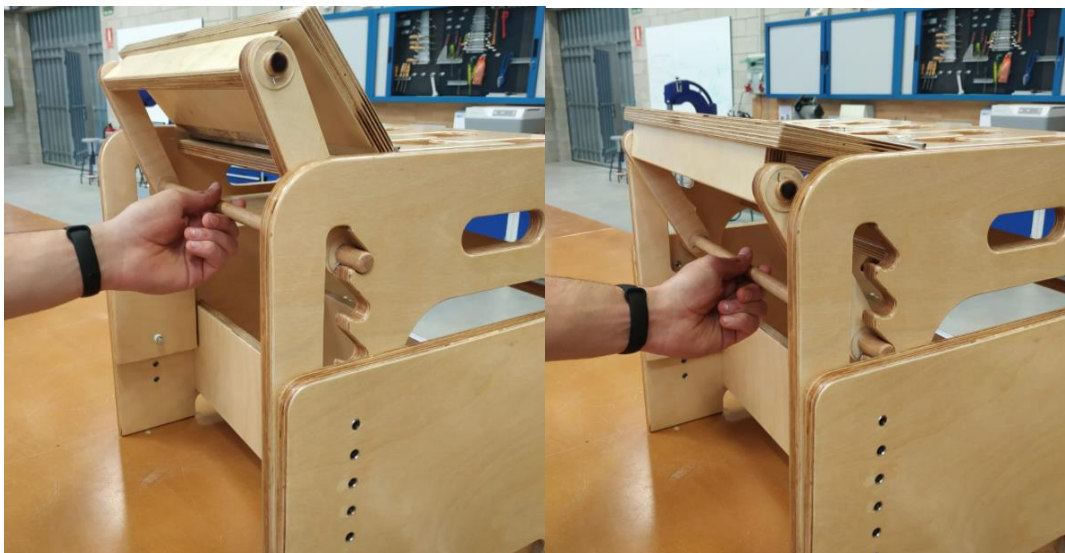


Ilustración 72: Se coge la barra en la posición más alta y se cambia a otra posición.

6.3. Construcción y montaje del prototipo de taburete



Ilustración 73: Prototipo del taburete ya finalizado.

En este apartado se va a describir cómo ha sido la realización del prototipo de taburete en versión física. Este prototipo ha sido realizado en los talleres del Campus de Tudela de la Universidad Pública de Navarra.

Se va explicando paso a paso:

- 1) Disponer de los materiales necesarios para realizar su construcción. Dichos materiales han sido especificados anteriormente en el apartado de materiales del taburete.
- 2) Se calculará cómo se va a realizar la partición de las piezas de madera para desechar la menor cantidad de material posible. Una vez se conocen las medidas de todas las tablas que se van a necesitar, se procede a realizar los cortes.



Ilustración 74: Se realizan los cortes en el contrachapado.

- 3) Se cortan algunas de las tablas con cierto margen porque será necesario mecanizarlas posteriormente. También se marcan para saber qué tabla se corresponde con cada pieza.



Ilustración 75: Tablas cortadas y marcadas para saber a qué pieza corresponde cada una.

- 4) Se procede a mecanizar las piezas del taburete con geometrías más complicadas.



Ilustración 76: Imagen de la fresadora mecanizando piezas.



Ilustración 77: Fresadora utilizada para mecanizar Las piezas

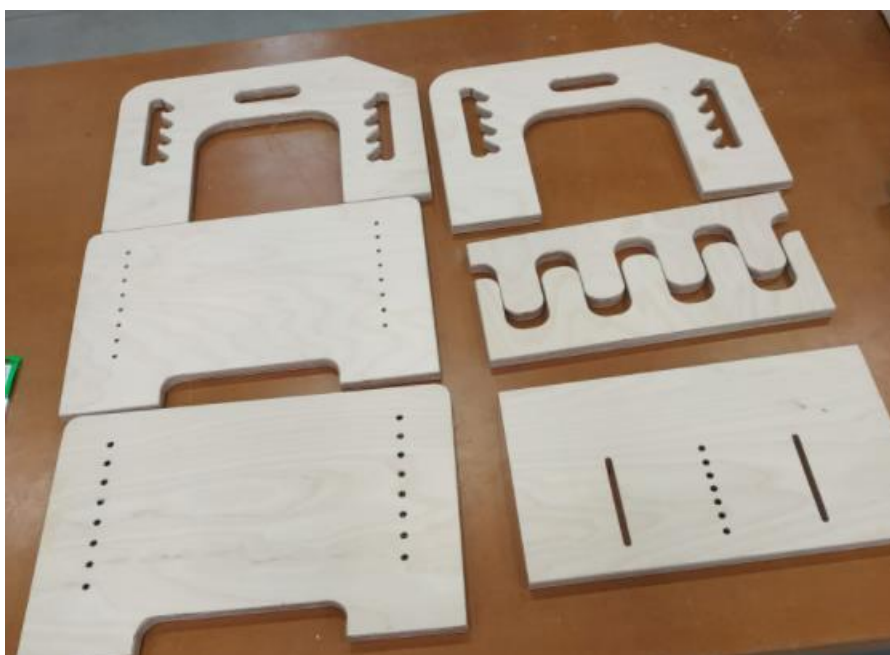


Ilustración 78: Piezas que han sido mecanizadas.

- 5) Se redondean los cantos de la madera mediante una fresadora de bordes de mano, y posteriormente con una lija pulimos los bordes redondeados.



Ilustración 79: Fresadora de bordes y lija utilizadas.

- 6) Se realiza una hendidura en las tablas en las que se colocarán las bisagras de piano para que no sobresalgan y encajen bien.



Ilustración 80: Corte realizado para la colocación de las bisagras de piano.

- 7) Se colocan las bisagras de piano. Para ello primero se ajusta la medida, se corta el trozo de bisagra que sobra y se pulen los bordes para que no pinchen. Después se fija la bisagra mediante tirafondos a la madera.



Ilustración 81: Unión de la tabla reclinable delantera mediante la bisagra piano.

- 8) Para las uniones que irán fijas y darán consistencia a la estructura, se utiliza una fresadora de galletas con la que haremos unas hendiduras en las maderas que queremos unir.



Ilustración 82: Fresadora de galletas y ranuras realizadas.

- 9) Una vez hechas las hendiduras, se les introduce cola blanca y posteriormente se colocan las galletas de madera.



Ilustración 83: Colocación de cola blanca y posteriormente las galletas de madera.

- 10) Se ajustan las uniones en la posición indicada y se aprieta la unión mediante unos sargentos hasta que se seque la cola y quede fuerte la unión.

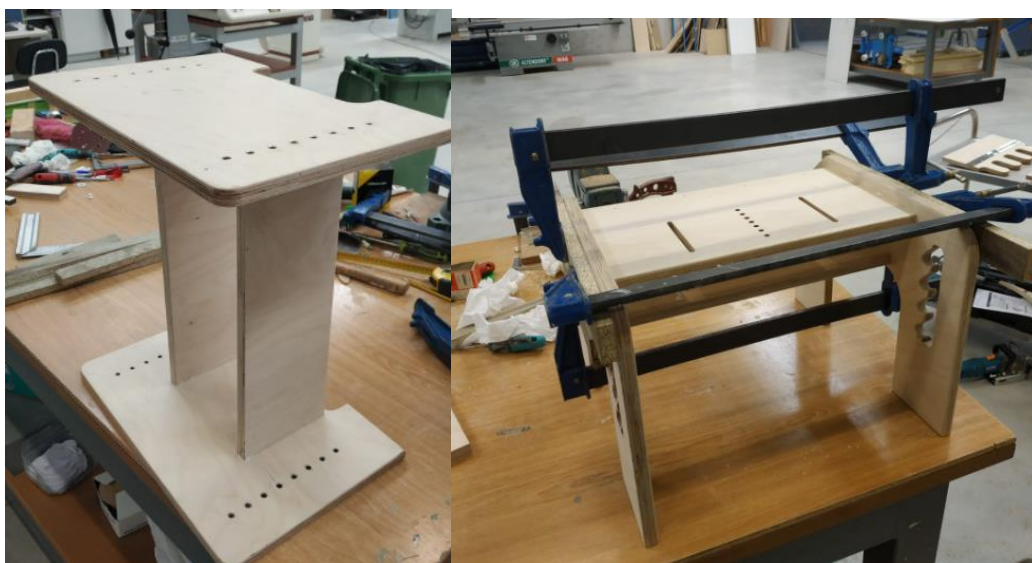


Ilustración 84: Ajuste de las piezas y posterior fijación.

- 11) Debajo de las tablas reclinables se va a unir (con cola) un listón de madera de la propia tabla de contrachapado, en cuyos extremos se colocarán dos trozos de barra de madera como se ve en la siguiente imagen.



Ilustración 85: Imagen del listón de madera unido a la tabla reclinable trasera. También se ve el trozo de barra que va incrustado en el listón.

- 12) Una vez colocados, se procedió a buscar la medida adecuada de los brazos que se utilizarán para la regulación de la inclinación de las tablas. Primero se realizaron unos brazos de papel con diferentes medidas hasta que se encontró la aparente longitud adecuada.

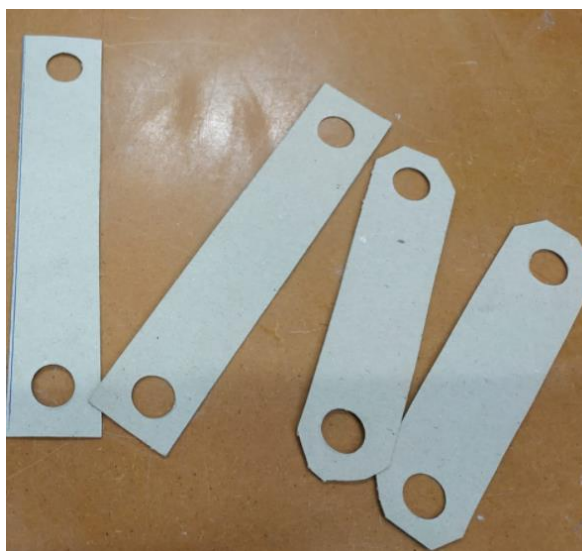


Ilustración 86: Brazos de papel para buscar la medida más adecuada.

- 13) Después, se realizaron los brazos de una madera muy fina y no definitiva para comprobar si realmente es la longitud adecuada.



Ilustración 87: Imagen de los brazos hechos de madera fina para comprobar las medidas.

- 14) Estos brazos de madera se han realizado cortándolos mediante corte por láser. Se modifica la longitud del brazo en los casos necesarios para conseguir la longitud adecuada del brazo definitivo.



Ilustración 88: Imágenes de la máquina utilizada para realizar los cortes por láser y la máquina realizando los cortes.

- 15) Una vez se conoce la longitud de los brazos, se mecanizan en el contrachapado con el que hemos realizado el resto de la silla.



Ilustración 89: Brazos de madera definitivos utilizados para la regulación de la inclinación de las tablas del asiento.

- 16) Antes de montar el mecanismo, se realizaron mediante corte láser unas arandelas transparentes de poliuretano transparente para mejorar el funcionamiento. Estas arandelas no son necesarias, pero mejoran el resultado final y además apenas son apreciables ya que son transparentes.



Ilustración 90: Arandelas transparentes realizadas mediante corte por láser.



Ilustración 91: Barras de madera utilizadas.

- 17) Se colocan en su posición las barras con los brazos y las arandelas. Después se hacen agujeros en la barra para posteriormente colocar pasadores y fijar las posiciones adecuadas.



Ilustración 92: Imagen realizando el agujero por el que irá el pasador que fijará las arandelas a los brazos.



Ilustración 93: Imagen de la arandela junto con el brazo ya fijado.

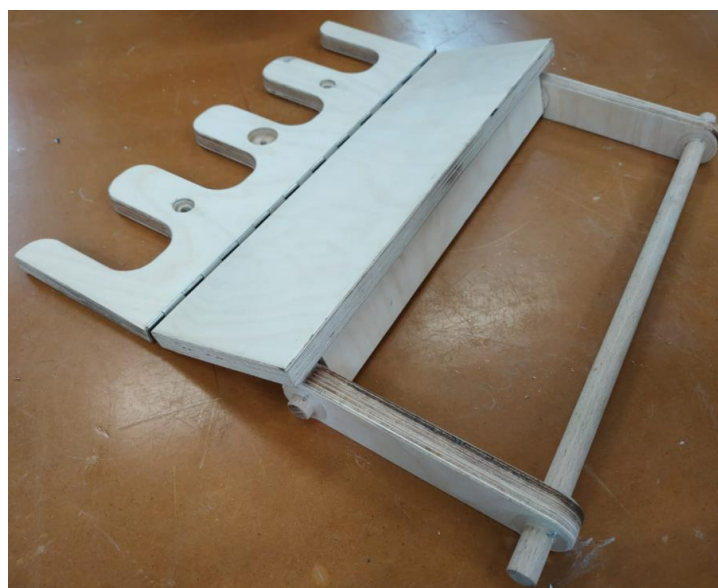


Ilustración 94: Imagen del conjunto que permitirá la regulación en profundidad e inclinación del asiento trasero.

- 18) Se realizan los agujeros donde irán incrustados los pasadores con muelle y los introducimos.



Ilustración 95: Imagen del pasador con muelle fijado en la madera visto desde los dos lados.

- 19) Una vez colocados estos pasadores ya se podría completar el montaje del taburete completo para ver si funciona correctamente.

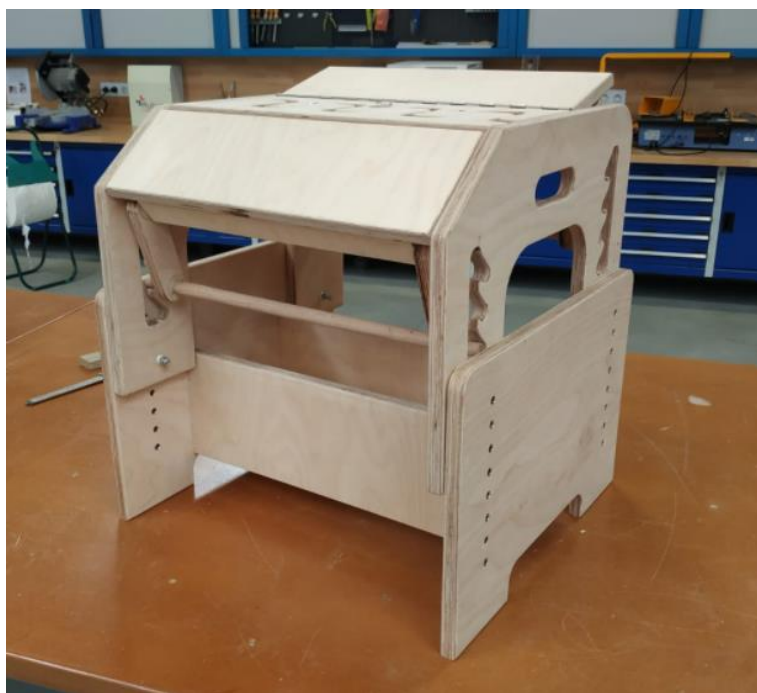


Ilustración 96: Imagen del taburete montado.

- 20) Se comprueba que todo funcione bien. Posteriormente se procede a desmontar el taburete entero para lijar las posibles imperfecciones de todas las piezas y barnizarlas.
- 21) Antes de barnizar todas las piezas se realiza una prueba para ver cómo quedarían.

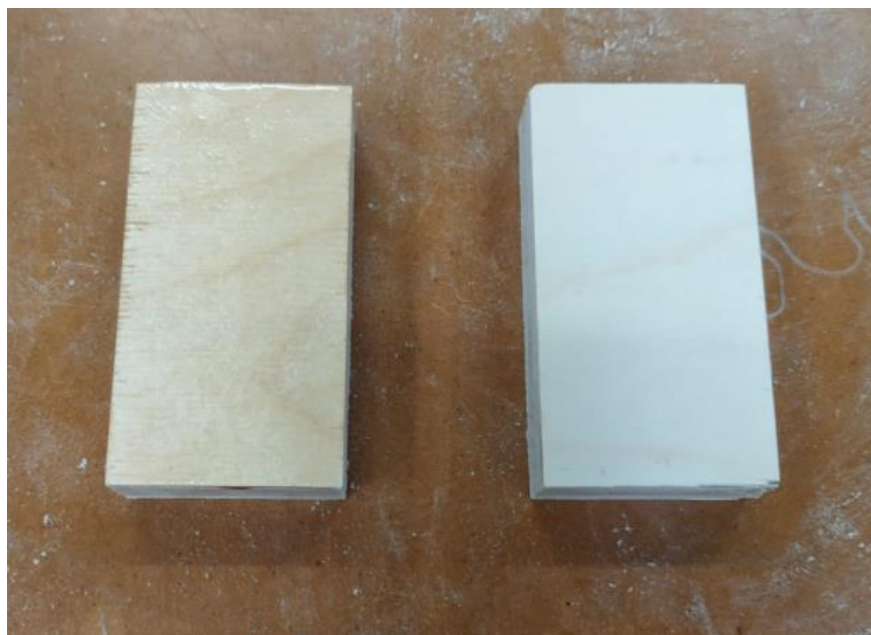


Ilustración 97: Imagen de dos muestras de la madera utilizada. La de la izquierda está barnizada y la de la derecha está sin barnizar.

22) Como el resultado es el deseado, se procede a barnizar todas las piezas.

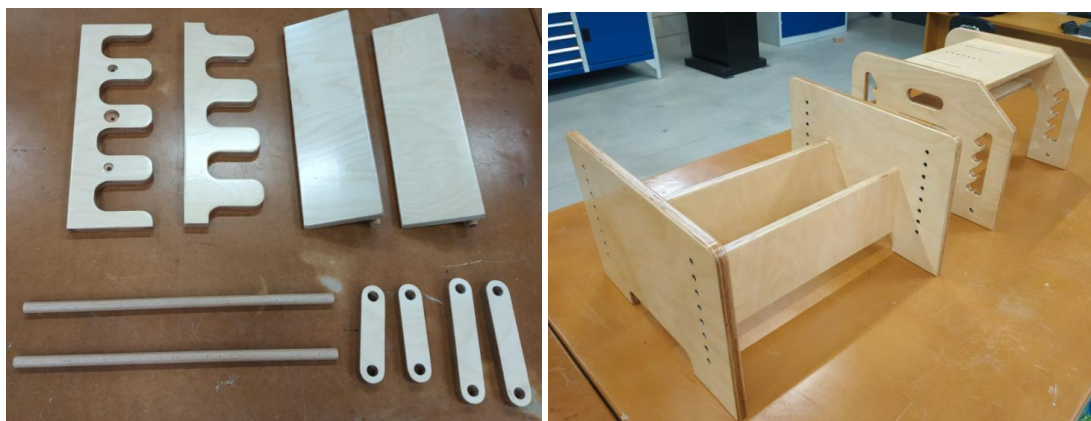


Ilustración 98: Fotografías de los componentes de madera barnizados.

23) Una vez las piezas están barnizadas, se vuelve a montar el taburete completo. Y damos por concluida la construcción del prototipo.



Ilustración 99: Taburete montado por completo.

7. Comprobación de las especificaciones

Los objetivos principales de este trabajo eran dos, se van a analizar cada uno de ellos con sus respectivas especificaciones.

El primero era *realizar el diseño y la construcción de un taburete regulable y ajustable para tocar el piano y que permita a cualquier persona adoptar la postura idónea de espalda y hombros*. Para cumplirlo era necesaria la consecución de las especificaciones que nos habíamos marcado y se va a tratar de justificar si se han cumplido o no.

La primera especificación era *el producto final se ajustará a cualquier persona de tamaño estándar permitiendo que se adopte una postura ergonómica*, y se ha conseguido mediante tres mecanismos: regulación en altura, profundidad e inclinación de la parte delantera y trasera del asiento.

La segunda especificación era *el taburete deberá ser regulable en altura*, y se ha conseguido mediante un mecanismo que consiste en utilizar unos pasadores con muelle que van guiados. Estos se introducen en distintos agujeros consiguiendo de esta forma adaptarse a diferentes alturas.

La tercera especificación era *el taburete permitirá la variación de la profundidad del asiento*, y se ha conseguido dividiendo el asiento en dos partes, una fija y otra móvil. La parte móvil será la trasera y permitir aumentar la profundidad del asiento hasta 100 mm.

La cuarta especificación era *el producto se podrá fabricar con las máquinas disponibles en los talleres de la Universidad Pública de Navarra en el Campus de Tudela*, y se ha conseguido realizando el prototipo del taburete.

La quinta especificación era *el producto final deberá ser lo más económico posible sin que esto afecte a sus prestaciones*, y se ha cumplido en parte, ya que se ha realizado un taburete económico, pero al hacerlo casi totalmente madera, se ha reducido la sencillez de hacerlo regulable en altura.

La sexta y última especificación de este objetivo era *la regulación del taburete por parte del usuario será sencilla*, y se ha conseguido tanto en la regulación de la profundidad del asiento como en la regulación de la inclinación de las tablas delantera y trasera. Sin embargo, la regulación de la altura, aunque utilice un sistema sencillo y eficaz, es complicado de hacer por una sola persona.

El segundo objetivo era *diseñar un “conjunto de pedales” que pueda ajustarse a los pedales de cualquier piano y que permita al músico adoptar la apertura adecuada de piernas al tocarlo*. Se va a tratar de justificar si se han cumplido las especificaciones que se habían marcado.

La primera especificación era *el producto final deberá ser ajustable a cualquier pedal y piano*, y se ha conseguido utilizando un mecanismo de transmisión por cable mecánico.

La segunda especificación era *el pedal de nuestro mecanismo debe ser similar al de un pedal normal y válido para cualquier tamaño de pie*, y se ha cumplido diseñando unos pedales similares a los del piano.

La tercera especificación era *el desplazamiento de nuestro pedal debe ser el mismo que el realizado si accionamos el pedal del piano*, y se ha conseguido igualmente con el mecanismo de transmisión por cable mecánico.

La cuarta especificación era *el producto final deberá ser regulable para cualquier persona. Además, ambos pedales deberán estar a la misma altura (alineados) y deberán poder regularse en el eje x para adaptarse a cualquier ángulo de apertura de piernas*. Se ha conseguido ya que el mecanismo de transmisión por cable mecánico permite que el usuario coloque en el lugar deseado los nuevos pedales.

La quinta especificación era *el usuario será capaz de adaptarlo de manera sencilla*, y se ha cumplido utilizando pomos de apriete y tuercas mariposa en el conjunto que se acopla a los pedales del piano.

La sexta especificación era *el conjunto deberá ser estable y permanecer inmóvil durante la práctica del instrumento*, y se ha conseguido utilizando una base de chapa de acero gruesa, que es muy pesada y aporta estabilidad.

La séptima y última especificación del este objetivo era *el producto final debe ser silencioso ya que no debe alterar el sonido del instrumento*, y se ha cumplido porque el sistema utilizado (transmisión por cable mecánico) es silencioso.

Con todo lo anteriormente expuesto se puede afirmar que se han conseguido los dos objetivos principales de este trabajo.

8. Conclusiones

Con la realización de este trabajo de fin de grado se ha creado un “conjunto” (dos productos) que trata de contribuir a evitar alguno de los problemas actuales sufridos por los pianistas. Nos referimos a los daños posturales, debidos en parte a un mobiliario inadaptado, que ocasiona numerosas lesiones y patologías.

Aunque todavía se puede mejorar el prototipo, el resultado final del taburete es satisfactorio. Se espera que se logre una mejora en la postura de los pianistas. Esto se comprobará cuando se realice el estudio postural desde la rama de fisioterapia.

La intención de cualquier ingeniero al realizar un diseño siempre es innovar, buscar soluciones a los problemas mediante la creación de nuevos productos. Eso es lo que se ha intentado, crear un producto que sea útil a los pianistas, evitándoles posibles lesiones y haciendo más llevaderas sus largas jornadas de estudio y conciertos.

Como desde fisioterapia se detectaron carencias en el mundo de los músicos, este proyecto se ha centrado en los pianistas para contribuir a subsanarlas. Diseñándose dos adaptaciones para mejorar la práctica del pianista: un taburete regulable y un conjunto pedales adaptables a cualquier persona y piano.

La realización del prototipo del taburete en los talleres de la Upna (campus de Tudela), ha ayudado mucho a la hora de detectar fallos y realizar posibles mejoras al diseño, realizado previamente en Solid Works. Tomando las palabras de Jan L.A. van de Snepscheut: *“En teoría, no hay diferencia entre teoría y práctica. Pero en la práctica, sí que la hay”*.

9. Líneas futuras

Respecto al taburete, el que se ha creado es solamente el primer prototipo con el que se va a realizar el estudio postural. Una vez se haya realizado el estudio, se podrían obtener como conclusiones cuáles son las inclinaciones de las tablas, altura o profundidad de los asientos más beneficiosas. De esta forma, conociendo esos datos, se podría diseñar un taburete definitivo. Dicho taburete, debería tener unos ángulos de inclinación fijos y el mecanismo de regulación de la altura podrá ser más sencillo utilizando un sistema hidráulico, por ejemplo.

En el conjunto pedales no se ha profundizado tanto como en el taburete ya que no se ha realizado ningún prototipo. En líneas futuras, sería conveniente realizar un prototipo del que se puedan detectar fallos, posibles mejoras, y se podría comprobar si el funcionamiento ideado es realmente funcional. Una vez hechas estas comprobaciones, ya se podría realizar un rediseño del conjunto, o diseñar otro totalmente nuevo teniendo en consideración los errores anteriormente conocidos.

El proceso de diseño es un proceso en el que es prácticamente imposible acertar a la primera. Requiere de tiempo y la realización de muchos ensayos para detectar los errores. En la realización de este proyecto se ha partido desde las primeras etapas del diseño, y en las líneas futuras, se pretende que el conjunto realizado pueda realmente ayudar a los pianistas a desarrollar su actividad. Por lo tanto, serán necesarios nuevos diseños.

10. Bibliografía

- [1 Curiosfera, «Curiosfera,» 2 Septiembre 2020. [En línea]. Available:
] <https://curiosfera-historia.com/historia-del-piano/>.
- [Ó. Curbelo, «Sineris,» Abril 2015. [En línea]. Available:
2 <http://www.sineris.es/pedal.pdf>.
]
- [Hinves, «Hinves,» 14 Marzo 2013. [En línea]. Available:
3 <https://hinves.com/blog/pedales-de-los-pianos/>.
]
- [Wikipedia, «Wikipedia, el piano,» 11 Enero 2021. [En línea]. Available:
4 <https://es.wikipedia.org/wiki/Piano>.
]
- [L. S. Legrán, «Revista digital innovación y experiencias educativas,» 29 Abril
5 2010. [En línea]. Available:
] https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_29/LYDIA_SAG_LEGRAN_02.pdf.
- [I. G. I. L. I. B. Gema Almonacid, «SciELO,» Marzo 2013. [En línea]. Available:
6 Trastornos músculo-esqueléticos en músicos profesionales: revisión bibliográfica
] (isciii.es).
- [O. S. Vanegas, Universidad de Cuenca, 2010. [En línea]. Available:
7 <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3194/1/tm4mus1.pdf>.
] [Último acceso: Mayo 2021].
- [Socialmusik, «Socialmusik,» [En línea]. Available:
8 <http://socialmusik.es/corregir-posturas-musicos/>. [Último acceso: Abril 2021].
]
- [L. D. Lafuente, «Universidad de valladolid, repositorio documental,» [En línea].
9 Available: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/19305>. [Último acceso: 18 Enero
] 2021].

- [1 Coplastic, «Coplastic.es,» [En línea]. Available: 0 <http://www.coplastic.es/resources/uploads/Documentos/5514678.pdf>. [Último] acceso: Diciembre 2020].
- [1 Contemporarte, «Contemporarte,» 11 Agosto 2020. [En línea]. Available: 1] <https://www.contemporarte.es/mejor-pirograbador/>. [Último acceso: Mayo 2021].
- [1 R. R.-S. V. J. M. V.-V. Elena Podzharova, «Pianista, entre la música y la medicina,» 2 Abril 2010. [En línea]. Available:] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613084006>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [1 C. U. d. Navarra, «Clínica Universidad de Navarra,» 2020. [En línea]. Available: 3 <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/dolor-cervical>.]
- [1 Fisaude, «Fisaude,» [En línea]. Available: 4 <https://www.fisaude.com/fisioterapia/dorsalgia/>.]
- [1 A. C. Mora, «Cuidateplus,» 14 Enero 2021. [En línea]. Available: 5 <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/musculos-y-huesos/lumbalgia.html>.]
- [1 C. U. d. Navarra, «Clínica Universidad de Navarra,» 2020. [En línea]. Available: 6 <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/hernia-discal-lumbar>.]
- [1 G. Pausa, «Gran Pausa, la web del músico profesional,» 30 Diciembre 2014. [En 7 línea]. Available: <http://granpausa.com/2014/12/30/tendinitis-en-los-musicos-en-que-consiste-prevencionny-consejos/>.]
- [1 D. F. Polo, «Dr. Fernando Polo,» 2021. [En línea]. Available: 8 <https://doctorfpolo.es/patologias/manos-y-dedos/dedo-en-resorte-2/>. [Último] acceso: Febrero 2021].
- [1 J. Font, «Cinfa,» 2021. [En línea]. Available: 9 <https://farmalastic.cinfa.com/blog/sabes-que-es-la-tendinitis-de-quervain>.] [Último acceso: Febrero 2021].

[Medlineplus, «Medline Plus enciclopedia médica,» [En línea]. Available:
2 <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>.

0

]

[N. Kakati, «Neurocirujía Kakati,» [En línea]. Available:
2 <https://neurocirugiakatati.com/lesiones-de-nervios-perifericos/sindrome-de->
1] atrapamiento-del-nervio-cubital.

[Reacciónmedica, «Reaccionmedica.com,» [En línea]. Available:
2 <https://www.redaccionmedica.com/recursos-salud/diccionario->
2 enfermedades/ganglion.

]

[G. d. t. d. o. d. c. o. d. Bizkaia, «Elsevier revista de farmacia profesional,»
2 Noviembre 2011. [En línea]. Available: <https://www.elsevier.es/es-revista->
3 farmacia-profesional-3-articulo-epicondilitis-epitrocleitis-revision-
] X0213932411435678. [Último acceso: Febrero 2021].

[Fiamma, «Fiamma control y automation devices,» [En línea]. Available:
2 <https://www.fiamma.it/es/trasmissioni-flessibili-e-supporti/137/af-m.html>.

4

]

[C. P. Pittaluga, «Preparación física para músicos,» [En línea]. Available:
2 <https://preparacionfisicaparamusicos.com/lesiones-de-los-pianistas/>.

5

]

[Fisify, «Fisify,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.fisify.com/dolor-de->
2 muñeca/tenosinovitis-extensores/. [Último acceso: Marzo 2021].

6

]

[Amazon, «Amazon,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/GEWA->
2 900530-Banqueta-teclado-
7 regulaci%C3%B3n/dp/B003VEOSRW/ref=asc_df_B003VEOSRW/?tag=googsh
] opes-

21&linkCode=df0&hvadid=297900037134&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=779487

0174694988918&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocp. [Último acceso: 8 Marzo 2021].

[Thomann, «Thomann,» [En línea]. Available:
2 [https://www.thomann.de/es/thomann_kb_15bp.htm?glp=1&gclid=CjwKCAjwjb](https://www.thomann.de/es/thomann_kb_15bp.htm?glp=1&gclid=CjwKCAjwjb8CDBhAwEiwAiudBy3oite8sWr8TyoPwQzkotIH2LGH8K_ERJlBasMfFOLuFEG)
8 [CDBhAwEiwAiudBy3oite8sWr8TyoPwQzkotIH2LGH8K_ERJlBasMfFOLuFEG](https://www.thomann.de/es/thomann_kb_15bp.htm?glp=1&gclid=CjwKCAjwjb8CDBhAwEiwAiudBy3oite8sWr8TyoPwQzkotIH2LGH8K_ERJlBasMfFOLuFEG)
] [UPcMZjXBoCovMQAvD_BwE](https://www.thomann.de/es/thomann_kb_15bp.htm?glp=1&gclid=CjwKCAjwjb8CDBhAwEiwAiudBy3oite8sWr8TyoPwQzkotIH2LGH8K_ERJlBasMfFOLuFEG). [Último acceso: 4 Marzo 2021].

[Guil, «Guil,» [En línea]. Available: <https://www.guilstore.es>. [Último acceso: 10
2 Marzo 2021].

9
]

[Cafago, «Cafago,» 26 Abril 2021. [En línea]. Available:
3 [https://www.cafago.com/es/p-](https://www.cafago.com/es/p-i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp0i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp)
0 [i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp](https://www.cafago.com/es/p-i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp0i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp)
] [KCDBhBPEiwAFgBzjwy8ilcEaf_kE26qXZA1Dcime6sZxfoTSI-](https://www.cafago.com/es/p-i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp0i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp)
[4svQfyCTQ8qTAmVZachoCZCUQAvD_BwE](https://www.cafago.com/es/p-i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp0i4915.html?currency=EUR&Warehouse=CN&aid=caguscestll&gclid=CjwKCAjwp).

[Wikipedia, «Teclado Jankó,» 26 Marzo 2021. [En línea]. Available:
3 https://es.wikipedia.org/wiki/Teclado_Jank%C3%B3.
1]

[E. o. d. olmo, «Piano.mx.tripod,» [En línea]. Available:
3 http://piano.mx.tripod.com/postura_adeuada.html. [Último acceso: Abril
2 2021].
]

[Santinifuni, «Santinifuni,» [En línea]. Available:
3 <https://www.santinifuni.com/es/cable-de-acero-inoxidable-aisi-316-7x7/>.
3 [Último acceso: Noviembre 2020].
]

[Ciclosmallorca, «Ciclosmallorca,» [En línea]. Available: [ciclosmallorca.es](https://www.ciclosmallorca.es).
3 [Último acceso: Diciembre 2020].
4
]

[Alomejor, «Amazon,» [En línea]. Available:
3 [https://www.amazon.es/dp/B07M918PJT/ref=sspa_dk_detail_7?psc=1&pd_rd](https://www.amazon.es/dp/B07M918PJT/ref=sspa_dk_detail_7?psc=1&pd_rd_i=B07M918PJT&pd_rd_w=A1tRu&pf_rd_p=c4c9c78d-928d-4cf2-ba41-)
[_i=B07M918PJT&pd_rd_w=A1tRu&pf_rd_p=c4c9c78d-928d-4cf2-ba41-](https://www.amazon.es/dp/B07M918PJT/ref=sspa_dk_detail_7?psc=1&pd_rd_i=B07M918PJT&pd_rd_w=A1tRu&pf_rd_p=c4c9c78d-928d-4cf2-ba41-)

5 9873ab24035f&pd_rd_wg=5fkTV&pf_rd_r=CEC9N76ZX8X2S63KD1ZN&pd_r
] d_r=227357f7-91e6-49f2-878f-
9cdf559b79b2&smid=A3ACA4SP40UVoD&spLa=.

[Ó. C. Gonzalez, «Research Gate,» [En línea]. Available:
3 https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Piano-vienes-con-seis-pedales-6-de-finales-de-la-decada-de-1820-conservado-en-el_fig1_291357390. [Último
] acceso: Abril 2021].

[Copitecnic, «Copitecnic,» [En línea]. Available:
3 <http://www.copitecnic.com/blog/como-sentarse-en-la-oficina/>. [Último acceso:
7 Abril 2021].
]

[E. M. P. Luque, «Blogspot,» 4 Mayo 2017. [En línea]. Available:
3 <https://cordobacurso42.blogspot.com/2017/05/brazo-hidraulico-estrellamaria-8-fuentes.html>. [Último acceso: Diciembre 2020].
]

[E. s. d. d. e. i. d. Barcelona, «Wordpress,» [En línea]. Available:
3 <http://dedt.elisava.net/?p=870>. [Último acceso: Marzo 2021].
9
]

[G. Percussion, «Amazon,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/Percussion-dp778tn-Calidad-doble-bater%C3%ADa/dp/B003XJLLCQ>.
4 o [Último acceso: 2020 Diciembre].
]

[D. Karolain, «Emaze,» [En línea]. Available:
4 [https://app.emaze.com/@ALRZRIIC/aceros-generalidades-tipos-usos-y-1\]ventajas#1](https://app.emaze.com/@ALRZRIIC/aceros-generalidades-tipos-usos-y-1]ventajas#1). [Último acceso: Mayo 2021].

[Galisur, «Galisur,» [En línea]. Available: <https://galisur.es/blog/caracteristicas-4-aluminio/>. [Último acceso: Mayo 2021].
2
]

[A. Bustamante, «Apéndice parfa personas con habilidad manual».
4

3

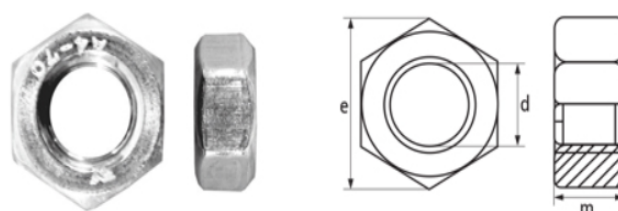
]

11. Anexos

Anexo 1. Detalles técnicos de elementos comerciales

En este anexo se facilitan al lector los planos comerciales de los diferentes elementos comerciales que han sido utilizados para la realización de las dos partes de este proyecto.

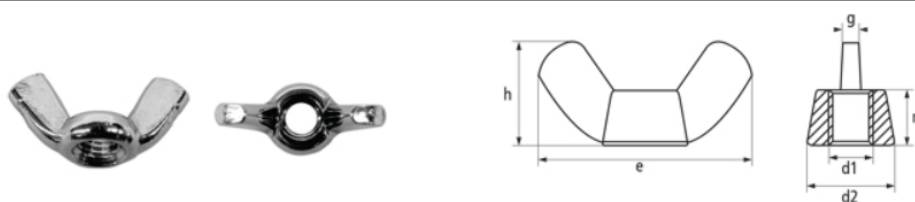
En las siguientes tablas se especifican las medidas y características técnicas de los diferentes elementos.



Todas las medidas en mm. Calidad A4

d	p	m	e
M3	0.5	2.4	6.01
M4	0.7	3.2	7.66
M5	0.8	4	8.79
M6	1	5	11.05
M7	1	5.5	12.12
M8	1.25	6.5	14.38
M10	1.5	8	18.9
M12	1.75	10	21.1
M14	2	11	24.49
M16	2	13	26.75
M18	2.5	15	29.56
M20	2.5	16	32.95
M22	2.5	18	35.03
M24	3	19	39.55
M27	3	22	45.2

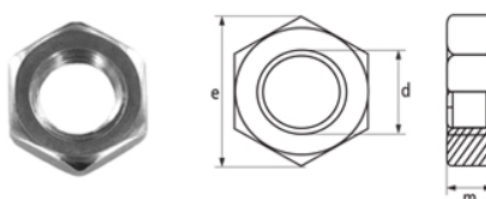
DIN 315 Tuerca mariposa



Todas las medidas en mm. Calidad A4

l (mm) / d	m	h	e	d2	g
M3	3	8.8	18.5	7.8	2
M4	3	8.8	18.5	7.8	2
M5	4	10.5	22	9.5	2.6
M6	4.9	12.9	26.8	11.9	3
M8	5.4	14.8	30.3	13.5	3.3
M10	6.3	17.3	35.3	15.3	4
M12	7.9	22.3	47.5	20.5	5
M14	10.6	30.8	65	25	6.5
M16	10.6	30.8	65	25	6.5

DIN 439 Tuerca hexagonal baja



Todas las medidas en mm. Calidad A4

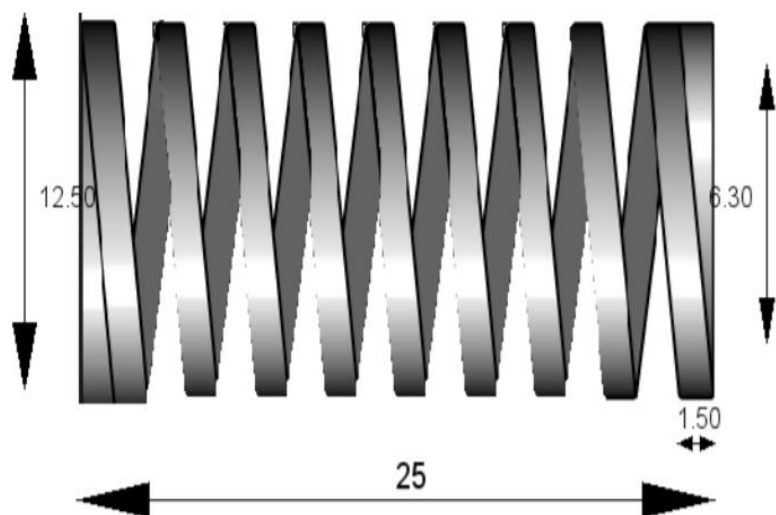
d	p	m	e
M3	0.5	1.8	6.01
M4	0.7	2.2	7.66
M5	0.8	2.7	8.79
M6	1	3.2	11.05
M8	1.25	4	14.38
M10	1.5	5	18.9
M12	1.75	6	21.1
M14	2	7	24.49
M16	2	8	26.75
M18	2.5	9	29.56
M20	2.5	10	32.95
M22	2.5	11	35.03
M24	3	12	39.55
M27	3	13.5	45.2

DIN 975 Varilla roscada

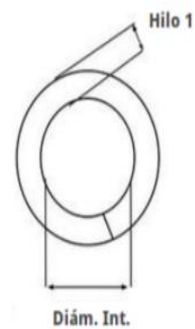


Varillas disponibles en A4. Varillas de 1 metro (l)

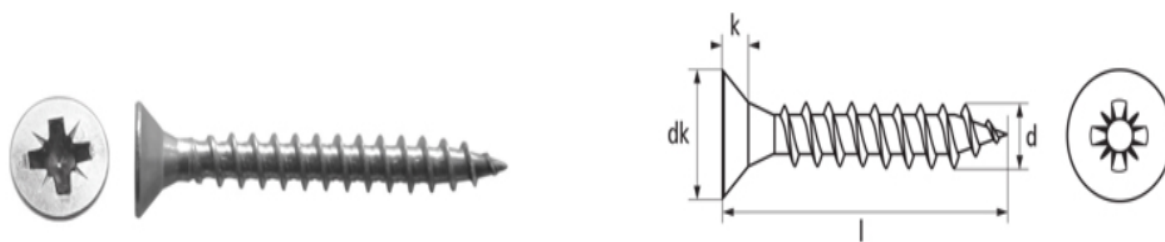
M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M42	M48



Código de muelle: 700043	
Largo total:	25
Diámetro exterior:	12.50
Diámetro interior:	6.30
Hilo 1:	2.50
Hilo 2:	1.50
K (N/mm):	30.0000



DIN 9100 Tornillo aglomerado avellanado pozidrive rosca entera

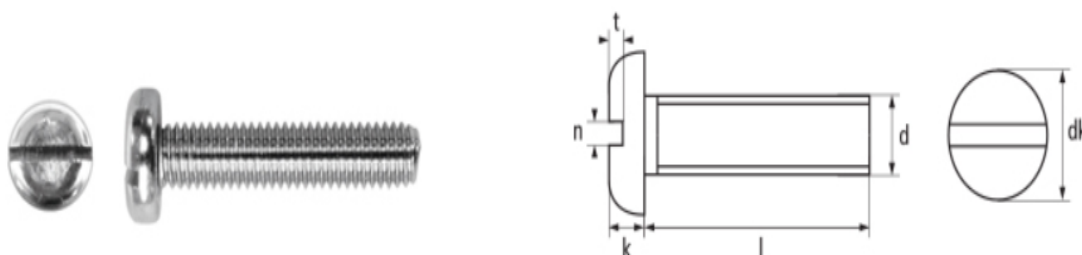


Todas las medidas en mm.

dk	6	7	8	9	10	12
k	1.5	1.75	2	2.25	2.5	6

l (mm) / d	3	3.5	4	4.5	5	6
12	A4	A4	A4			
13	A4	A4	A4			
14	A4	A4	A4			
16	A4	A4	A4	A4	A4	A4
20	A4	A4	A4	A4	A4	A4
25	A4	A4	A4	A4	A4	A4
30	A4	A4	A4	A4	A4	A4
35	A4	A4	A4	A4	A4	A4
40	A4	A4	A4	A4	A4	A4
45	A4	A4	A4	A4	A4	A4
50	A4	A4	A4	A4	A4	A4
55			A4	A4	A4	A4
60			A4	A4	A4	A4
65			A4	A4	A4	A4
70			A4	A4	A4	A4
75			A4	A4	A4	A4
80			A4	A4	A4	A4
90					A4	A4

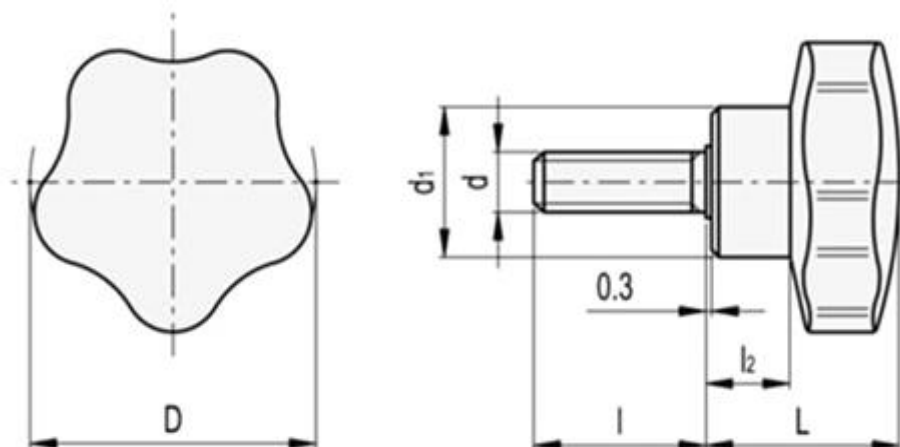
DIN 85 Tornillo cabeza alomada



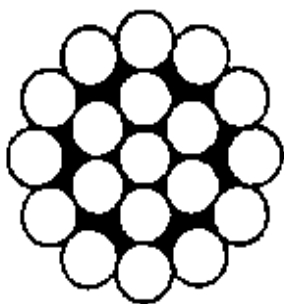
Todas las medidas en mm

dk	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0
k	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8
n	0.8	1.2	1.2	1.6	2.0
t	0.7	1.0	1.2	1.4	1.9

l (mm) / d	M3	M4	M5	M6	M8
3	A4				
4	A4				
5	A4	A4			
6	A4	A4	A4	A4	
8	A4	A4	A4	A4	
10	A4	A4	A4	A4	A4
12	A4	A4	A4	A4	A4
14	A4	A4	A4	A4	
16	A4	A4	A4	A4	A4
18	A4	A4	A4	A4	
20	A4	A4	A4	A4	A4
22	A4	A4	A4	A4	
25	A4	A4	A4	A4	A4
30	A4	A4	A4	A4	A4



D	d_{6g}	L	d_1	l	l_2	Δ
25	M5	21	15	10	9	11
25	M5	21	15	16	9	12
25	M6	21	15	10	9	10
25	M6	21	15	16	9	12
25	M6	21	15	20	9	14
25	M6	21	15	30	9	18
32	M6	23	19	10	11	17
32	M6	23	19	16	11	18
32	M6	23	19	20	11	20
32	M6	23	19	35	11	25
32	M8	23	19	20	11	24
32	M8	23	19	30	11	27
32	M8	23	19	40	11	29
40	M6	27	21	10	12	28



Composición:	1x19+0	Cordones:	1
Alma:	Metálica	Hilos:	19
Superficie:	Inoxidable AISI 316	Factor f:	0,76
Arrollamiento:	Torsión izquierda (s)	Factor k:	0,88
Resistencia:	160 [kg/mm ²]	Factor w:	0,83

DIN 3053 - Tabla de cargas de rotura y densidades lineales:

Diámetro nominal [mm] ⁽ⁿ⁵⁾	Tolerancia [%]	Peso aprox. [kg/m]	Carga de rotura calculada [kg]	Carga de rotura mínima [kg]
1	+5/-0%	0,00495	95,5	84
1,5	+5/-0%	0,0111	215	189
2	+4/-0%	0,0198	382	336
2,5	+4/-0%	0,031	597	525
3	+4/-0%	0,0446	860	756
3,5	+4/-0%	0,0607	1.170	1.030
4	+4/-0%	0,0793	1.530	1.340
5	+4/-0%	0,124	2.390	2.100
6	+4/-0%	0,178	3.440	3.030
7	+4/-0%	0,243	4.680	4.120
8	+4/-0%	0,317	6.110	5.380
9	+4/-0%	0,401	7.740	6.810
10	+4/-0%	0,495	9.550	8.400
11	+4/-0%	0,599	11.600	10.200
12	+4/-0%	0,713	13.800	12.100
13	+4/-0%	0,837	16.100	14.200
14	+4/-0%	0,971	18.700	16.500
15	+4/-0%	1,11	21.500	18.900
16	+4/-0%	1,27	24.400	21.500
19	+4/-0%	1,79	34.500	30.300
22	+4/-0%	2,4	46.200	40.700
26	+4/-0%	3,35	64.600	56.800

Anexo 2. Patologías de los pianistas

Distonía focal

También llamado calambre del músico, es un desorden que puede tener consecuencias devastadoras para el pianista. El término “distonía” incluye un amplio grupo de trastornos del control motor que inducen posturas y movimientos anormales. La etiología es diversa, los mecanismos fisiopatológicos no están claros. Afecta a tareas de precisión, como lo es el movimiento delicado sobre el teclado. En la mayoría de los casos la distonía se presenta en la mano derecha en personas entre 18 y 56 años.

La distonía focal es consecuencia movimientos repetitivos y simultáneos, llevados a cabo bajo condiciones de estrés. Las características clínicas o síntomas presentados son: pérdida progresiva del movimiento de uno o más dedos mientras se ejecuta el instrumento, trastornos de la coordinación, calambres y dolor en el segmento afectado son síntomas comunes. Algunos pianistas refieren que el dedo medio se flexiona y el dedo índice se extiende, y que podían notar este fenómeno cuando iniciaban la ejecución de una obra, pero se agravaba cuando la obra tenía mayor dificultad técnica.

Los movimientos repetitivos son capaces de producir anomalías centrales en el proceso sensorial y secundariamente en el rendimiento motor mediante una estimulación sensitiva anormal. Fisiopatológicamente, la distonía posiblemente es el reflejo de la degradación de las representaciones corticales que han sido inducidas por estímulos sensitivos repetitivos. [12]

Los músicos más afectados por esta patología son los guitarristas y los pianistas.

Lesiones en la espalda

Cervicalgia (dolor cervical)

El dolor cervical puede ser el resultado de anomalías en las partes blandas, músculos, ligamentos, discos y nervios, así como en las vértebras y sus articulaciones. La causa más común de dolor cervical son las lesiones de las partes blandas, debidas a traumatismos o deterioro progresivo. [13]

Según el Doctor Juan Pons de Villanueva, especialista del departamento de cirugía ortopédica y traumatología de la Clínica Universidad de Navarra, *"La cervicalgia es una de las molestias más comunes hoy día. Suele deberse a sobrecargas musculares provocadas por hábitos desaconsejables y posturas cotidianas"*.

Dorsalgia (dolor dorsal)

La dorsalgia es un término muy general que hace referencia a cualquier tipo de dolor que se presenta en la zona dorsal, es decir, a la zona de la columna vertebral que coincide anatómicamente con las costillas. Sin embargo, con las dorsalgias también podemos relacionar el dolor que aparece en la zona torácica anterior, ya que está íntimamente ligada a la zona posterior.

Las dorsalgias pueden tener múltiples orígenes debido a que en la zona existen numerosas estructuras capaces de producir dolor. [14]

Lumbalgia (dolor lumbar)

La lumbalgia es el dolor localizado en la parte inferior o baja de la espalda, cuyo origen tiene que ver con la estructura músculo-esquelética de la columna vertebral.

"La lumbalgia se define como dolor muscular en la zona lumbar (L1-L5), que conlleva un aumento del tono y de la rigidez muscular", explica José Casaña Granell, secretario general del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España y director del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Valencia. [15]

Además de las patologías anteriores, mantener una mala posición de la espalda durante muchas horas al día y durante muchos años, puede provocar la aparición de una **hernia discal**. La hernia discal es una enfermedad en la que parte del disco intervertebral (núcleo pulposo) se desplaza hacia la raíz nerviosa, la presiona y produce un intenso dolor. [16]

Lesiones en las muñecas y dedos

Tendinitis

La tendinitis es una lesión de los tendones en la que los tendones afectados se inflaman, produciendo un dolor punzante que aparece cuando la zona se enfría. Este dolor se manifiesta sobre todo cuando se intenta mover la articulación en la que está

el tendón afectado. Aunque también puede aparecer en reposo si la inflamación es grande. La tendinitis a veces puede venir acompañada de tenosinovitis, que es la inflamación de la vaina sinovial que rodea el tendón.

La inflamación de los tendones puede tener varias causas, pero en el caso de los instrumentistas, la principal causa es la realización de movimientos repetitivos o la sobrecarga de la zona. Lo más usual entre los músicos es que las tendinitis surjan entre los dedos, muñeca, codo u hombro. [17]

Tenosinovitis

Es una inflamación del tendón y de los tejidos que lo envuelven. En el caso de los pianistas distinguiremos varios tipos de tenosinovitis:

-Tenosinovitis de los tendones extensores

Es un proceso inflamatorio frecuente en la mano, causado por microtraumas repetidos y sobreuso de las estructuras de la mano. En la región de la muñeca, el compartimiento extensor es un sitio que tiene mayor compromiso inflamatorio.



Ilustración 100: Imagen de tenosinovitis en los tendones extensores. [15]

-Tenosinovitis de los tendones flexores

También conocido como dedo en resorte o en gatillo, es un proceso inflamatorio en los tendones flexores tanto a nivel del carpo como en los dedos. En los casos crónicos se caracteriza por el engrosamiento del tendón y de la vaina sinovial. [18]



Ilustración 101: Imagen en la que se puede ver un dedo en resorte (o dedo en gatillo).[16]

-Enfermedad de DeQuervain o tenosinovitis estenosante

La tendinitis de DeQuervain, también llamada tenosinovitis, tendinitis del pulgar o pulgar del esquiador, es la inflamación del recubrimiento de los tendones de la mano (concretamente, de los tendones abductor largo y extensor corto del primer dedo) que realizan el movimiento de separar y extender el pulgar. Tiene más prevalencia en mujeres (especialmente, entre 30 y 50 años) que en hombres y está relacionada con la realización de movimientos repetitivos de la mano. [19]

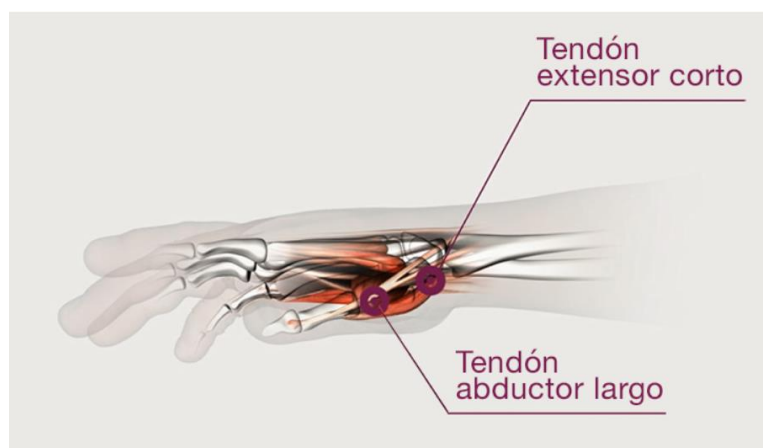


Ilustración 102: Imagen en la que se puede ver dónde afecta la enfermedad de De Quervain. [17]

Síndromes debidos a la compresión de un nervio

Síndrome del túnel carpiano

Es una afección en la cual existe una presión excesiva en el nervio mediano. Este es el nervio en la muñeca que permite la sensibilidad y el movimiento a partes de la mano. El síndrome del túnel carpiano puede provocar entumecimiento, hormigueo, debilidad, o daño muscular en la mano y dedos.

La zona en la muñeca donde el nervio entra en la mano se llama túnel carpiano. Este normalmente es angosto. Cualquier inflamación puede pellizcar al nervio y causar dolor, entumecimiento, hormigueo o debilidad.

El síndrome del túnel carpiano puede ser causado por hacer el mismo movimiento de la mano y la muñeca una y otra vez. En el caso de los pianistas se produce por los movimientos constantes y repetitivos. [20]



Ilustración 103: Imagen de síndrome de túnel carpiano. [19]

Atrapamiento del nervio cubital

El nervio cubital es un nervio largo que discurre por la cara interna del brazo y antebrazo hasta llegar a la mano. A su paso por el codo discurre por un canal mitad óseo, mitad ligamentoso. Proporciona la sensibilidad a parte de la mano (el dedo meñique y medio dedo anular) y el control motor de algunos de los músculos en la mano. Cuando existe una compresión de este nervio a nivel del codo es cuando se habla de síndrome del nervio cubital. El adormecimiento y hormigueo de la mano y los dedos son síntomas comunes del síndrome del túnel cubital. [21]

Ganglión

Un ganglión es un quiste benigno que se forma sobre una articulación o sobre un tendón. Está relleno de un líquido lubricante que es el utilizado para reducir la fricción que se produce al mover ciertos tendones y articulaciones de nuestro cuerpo. Habitualmente se localizan en la zona de la muñeca, en el dorso de la mano, en los dedos, o en el empeine.

Las causas de los gangliones son desconocidas, aunque se han atribuido al roce o al uso continuado de determinados tendones o articulaciones. [22]



Ilustración 104: Imagen de un ganglión. [21]

Epicondilitis o codo de tenista

La epicondilitis o codo de tenista es un trastorno que afecta a las personas que realizan de forma frecuente y continuada movimientos de hiperextensión del codo. En la mayor parte de las ocasiones se trata de una enfermedad provocada por microtraumatismos de tracción repetidos en el punto de inserción de los músculos extensores de la mano y la muñeca. Estos músculos se insertan en una protuberancia situada en el extremo distal externo del húmero denominada epicóndilo.

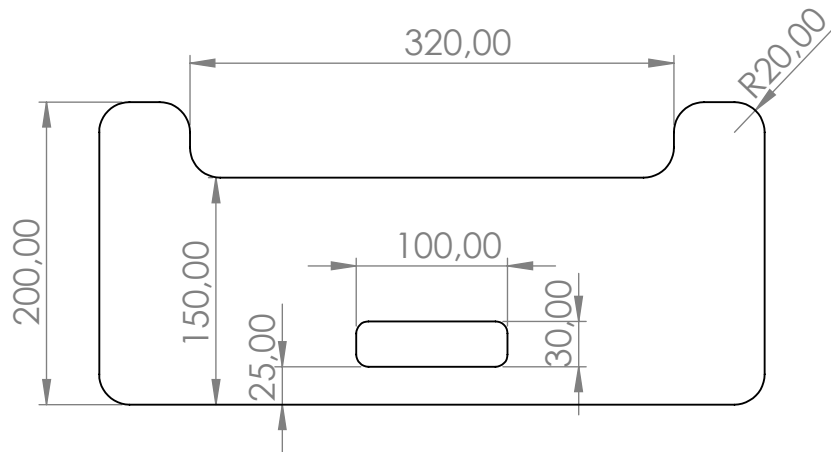
La epicondilitis es la afección más común del codo y produce un dolor localizado en la zona de inflamación que puede irradiarse hacia la parte externa el brazo o antebrazo. [23]



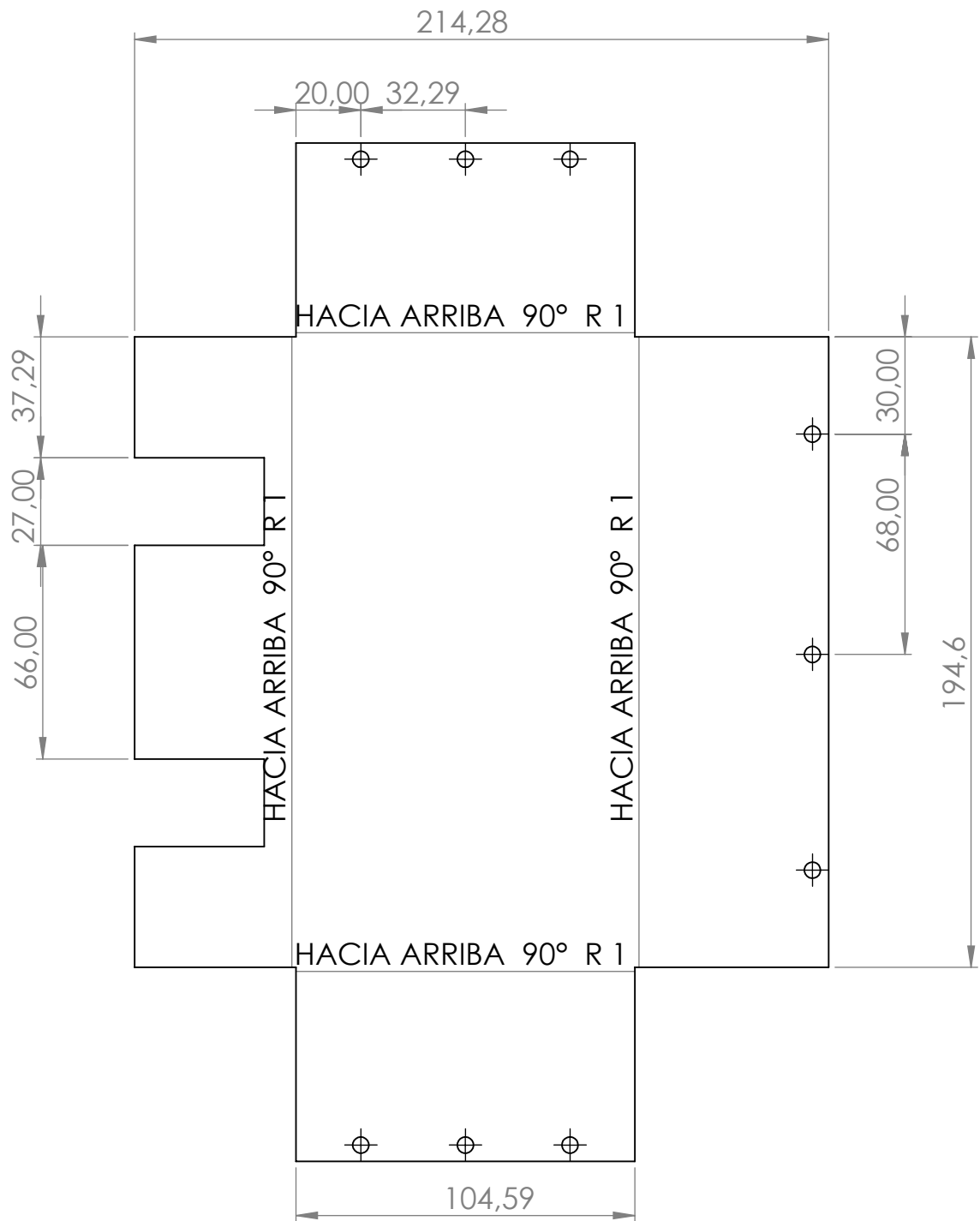
Ilustración 105: Imagen del trastorno del codo de tenista.[22]


Anexo 3. Planos

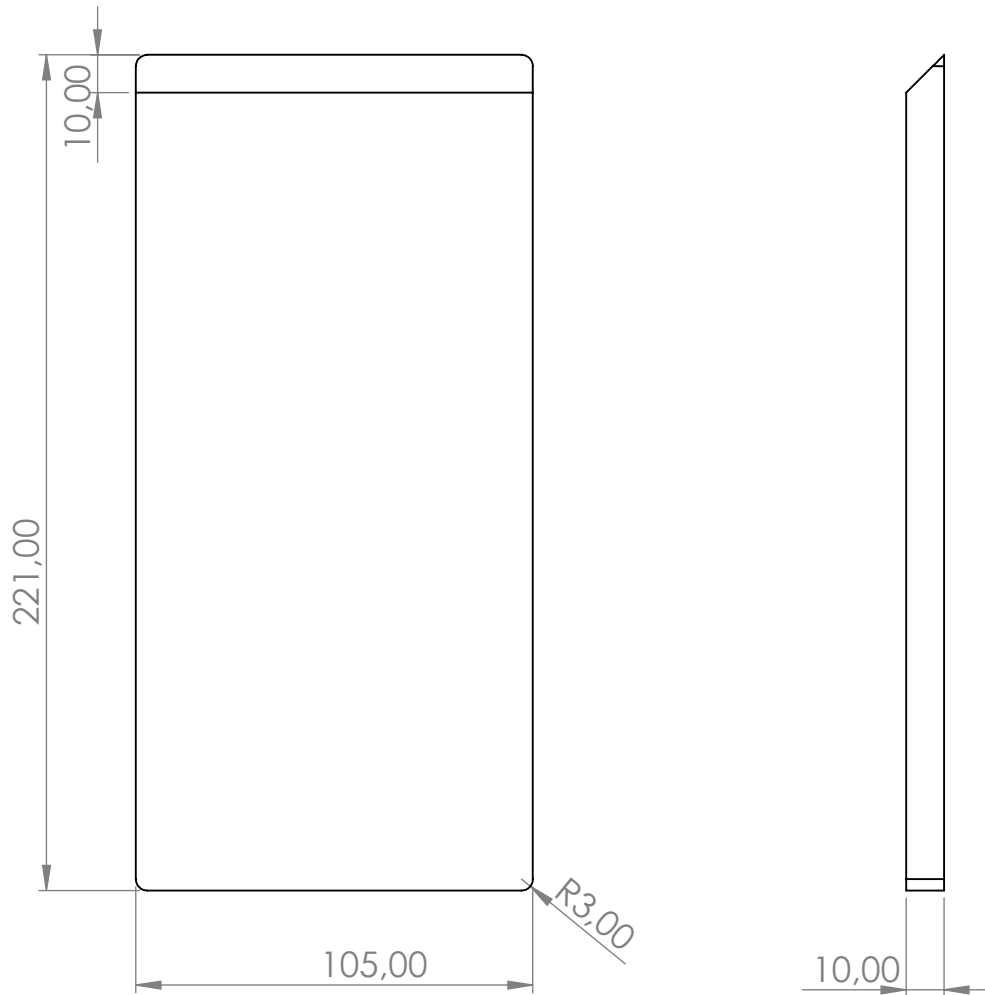
Planos pedales



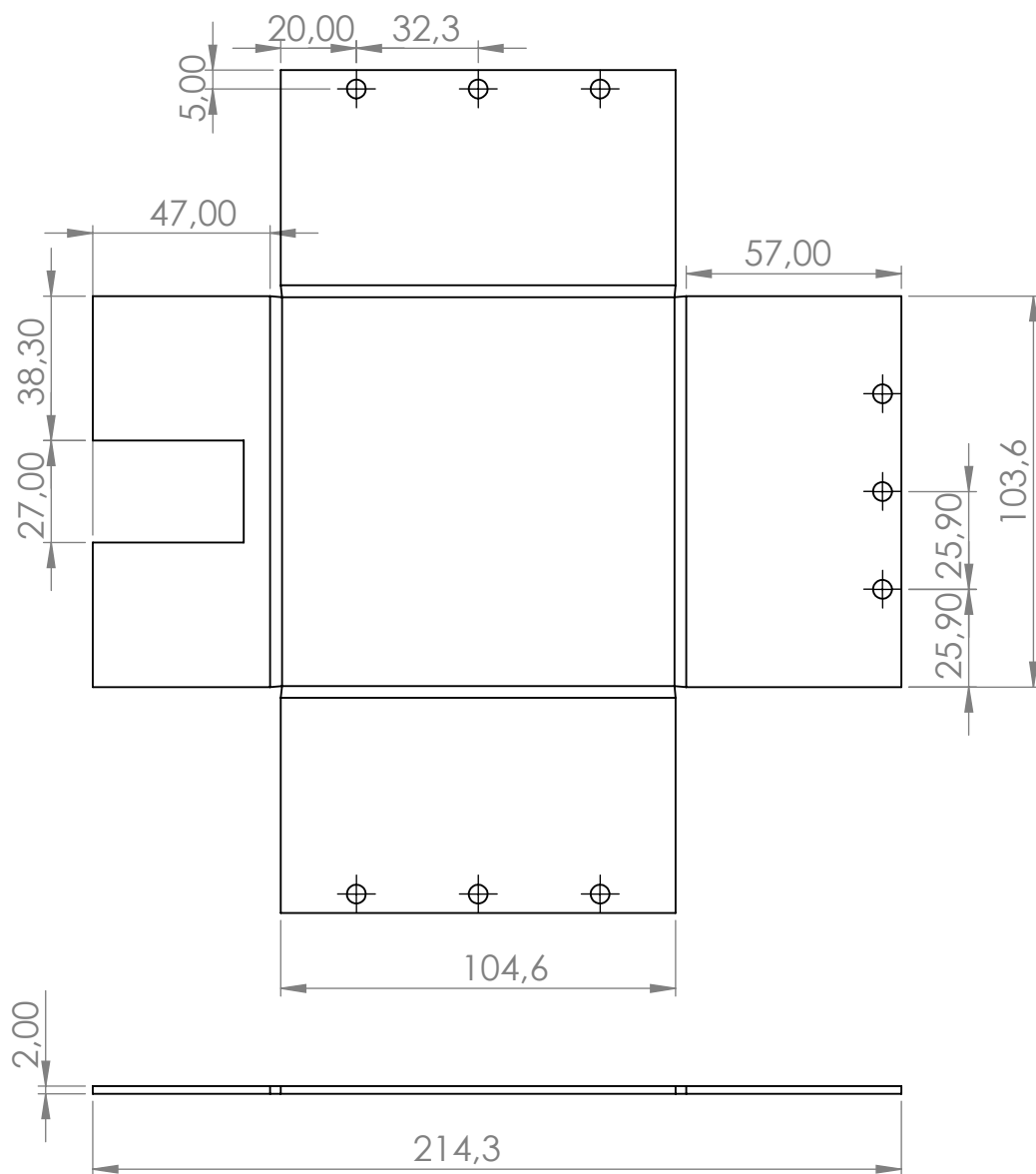
	<i>DIBUJADO</i> <i>DRAWN BY</i>	<i>PROYECTO</i> <i>PROJECT</i>	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> <i>GENERAL SPECIFICATIONS</i>			
<i>NOMBRE</i> <i>NAME</i>	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> <i>DESCRIPTION</i>		<i>TOLERANCIAS</i> <i>TOLERANCES</i>	ISO 2768mK		
<i>FECHA</i> <i>DATE</i>	27/05/2021	<i>MATERIAL</i> <i>MATERIAL</i>		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> <i>SURFACE FINISH</i>	N9		
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> <i>TREATMENT</i>		<i>MATAR ARISTAS</i> <i>BREAK SHARP EDGES</i>	0.5X45°		
		<i>PESO (Kg)</i> <i>WEIGHT</i>		<i>UNIDADES</i> <i>UNITS</i>	mm		
upna		<i>PLANO N°</i> <i>DRAWING N°</i>	Base conjunto central pedalera		A4	<i>ESCALA</i> <i>SCALE</i>	1:5




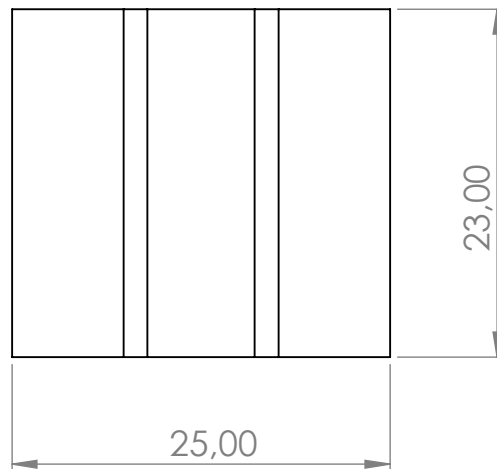
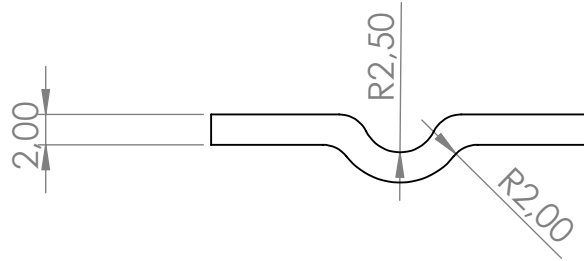
	DIBUJADO DRAWN BY	PROYECTO PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	ESPECIFICACIONES GENERALES GENERAL SPECIFICATIONS	
NOMBRE NAME	Alejandro Díaz Busto	DENOMINACIÓN DESCRIPTION		TOLERANCIAS TOLERANCES	ISO 2768mK
FECHA DATE	29/05/2021	MATERIAL MATERIAL		ACABADOS SUPERFICIALES SURFACE FINISH	N9
		TRATAMIENTO TREATMENT		MATAR ARISTAS BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		PESO (Kg) WEIGHT		UNIDADES UNITS	mm
	E.T.S.I.I.T upna	PLANO N° DRAWING N°	Cubierta de chapa desplegada (dcha)		A4
					ESCALA SCALE
					1:2




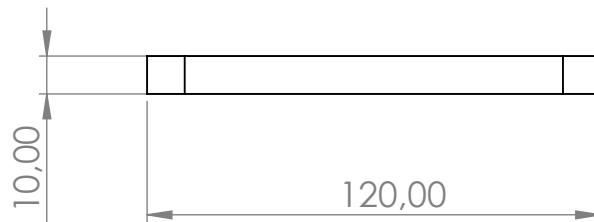
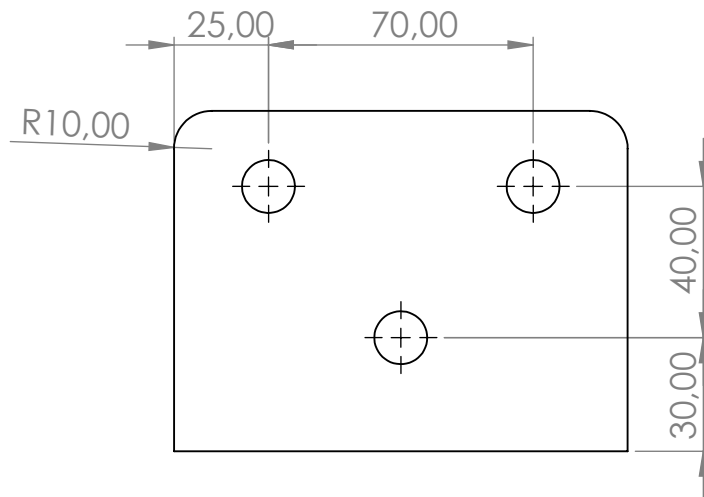
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION		<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK	
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9	
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT		<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°	
E.T.S.I.I.T		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT		<i>UNIDADES</i> UNITS	mm	
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Base pedal izquierda		A4	<i>ESCALA</i> SCALE 1:2




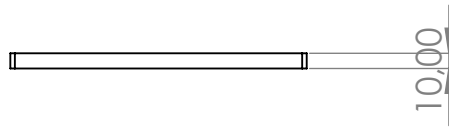
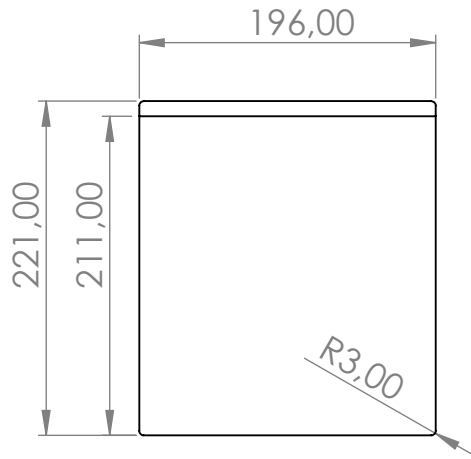
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION			<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	27/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
	E.T.S.I.I.T	<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
	upna	<i>PLANO Nº</i> DRAWING Nº	Cubierta de chapa pedal izquierdo			A4
						<i>ESCALA</i> SCALE 1:2




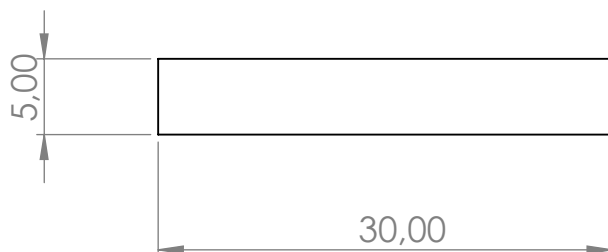
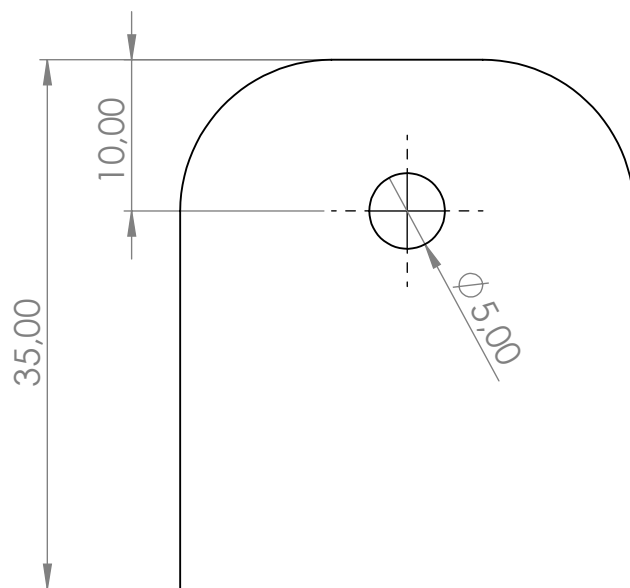
	<i>DIBUJADO</i> <i>DRAWN BY</i>	<i>PROYECTO</i> <i>PROJECT</i>	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> <i>GENERAL SPECIFICATIONS</i>			
<i>NOMBRE</i> <i>NAME</i>	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> <i>DESCRIPTION</i>		<i>TOLERANCIAS</i> <i>TOLERANCES</i>	ISO 2768mK		
<i>FECHA</i> <i>DATE</i>	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> <i>MATERIAL</i>		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> <i>SURFACE FINISH</i>	N9		
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> <i>TREATMENT</i>		<i>MATAR ARISTAS</i> <i>BREAK SHARP EDGES</i>	0.5X45°		
		<i>PESO (Kg)</i> <i>WEIGHT</i>		<i>UNIDADES</i> <i>UNITS</i>	mm		
upna		<i>PLANO N°</i> <i>DRAWING N°</i>	Enganche al eje para pedales		A4	<i>ESCALA</i> <i>SCALE</i>	2:1




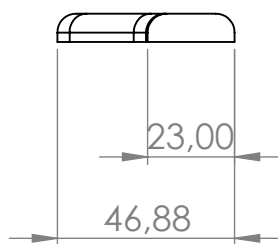
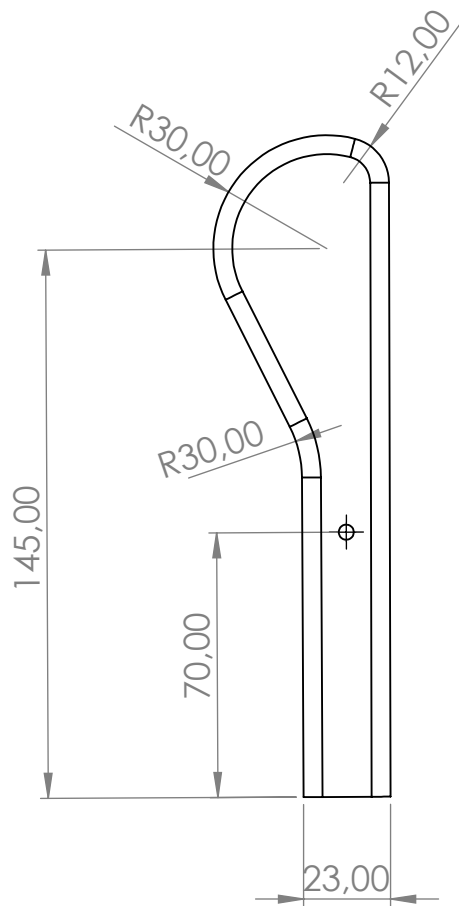
	<i>DIBUJADO</i> <i>DRAWN BY</i>	<i>PROYECTO</i> <i>PROJECT</i>	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> <i>GENERAL SPECIFICATIONS</i>			
<i>NOMBRE</i> <i>NAME</i>	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> <i>DESCRIPTION</i>		<i>TOLERANCIAS</i> <i>TOLERANCES</i>	ISO 2768mK		
<i>FECHA</i> <i>DATE</i>	27/05/2021	<i>MATERIAL</i> <i>MATERIAL</i>		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> <i>SURFACE FINISH</i>	N9		
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> <i>TREATMENT</i>		<i>MATAR ARISTAS</i> <i>BREAK SHARP EDGES</i>	0.5X45°		
		<i>PESO (Kg)</i> <i>WEIGHT</i>		<i>UNIDADES</i> <i>UNITS</i>	mm		
upna		<i>PLANO Nº</i> <i>DRAWING Nº</i>	Soporte regulación de altura superior		A4	<i>ESCALA</i> <i>SCALE</i>	1:2




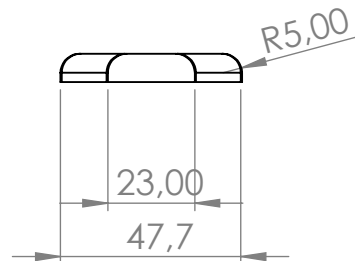
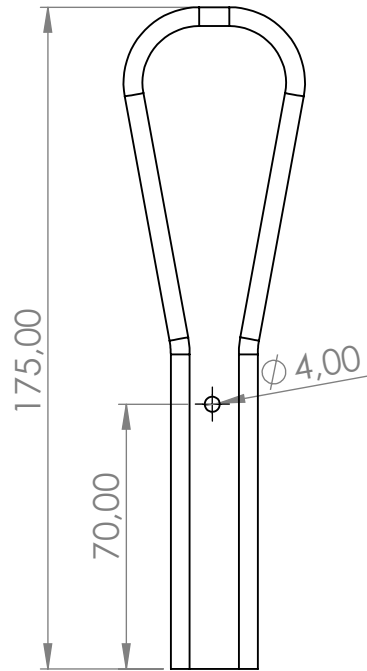
	<i>DIBUJADO</i> <i>DRAWN BY</i>	<i>PROYECTO</i> <i>PROJECT</i>	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> <i>GENERAL SPECIFICATIONS</i>	
<i>NOMBRE</i> <i>NAME</i>	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> <i>DESCRIPTION</i>	<i>TOLERANCIAS</i> <i>TOLERANCES</i>	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> <i>DATE</i>	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> <i>MATERIAL</i>	<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> <i>SURFACE FINISH</i>	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> <i>TREATMENT</i>	<i>MATAR ARISTAS</i> <i>BREAK SHARP EDGES</i>	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> <i>WEIGHT</i>	<i>UNIDADES</i> <i>UNITS</i>	mm
upna		<i>PLANO N°</i> <i>DRAWING N°</i>		A4
		Base pedales derecha	<i>ESCALA</i> <i>SCALE</i> 1:5	



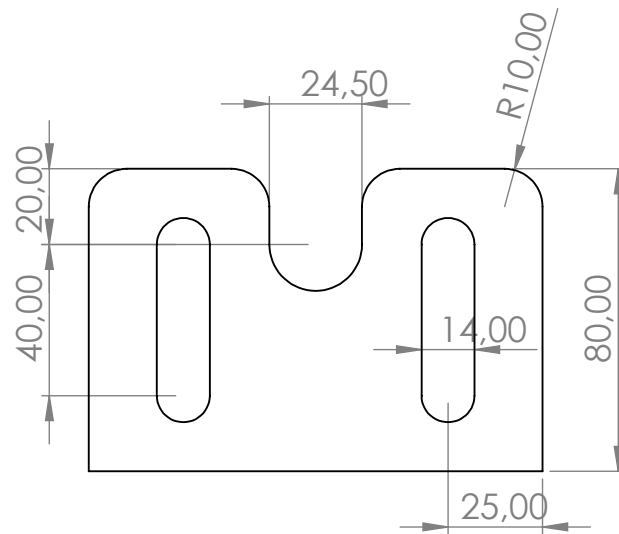
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS		
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION			<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK	
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9	
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°	
	E.T.S.I.I.T	<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm	
	upna	<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Soporte pedales			A4	
						<i>ESCALA</i> SCALE	2:1




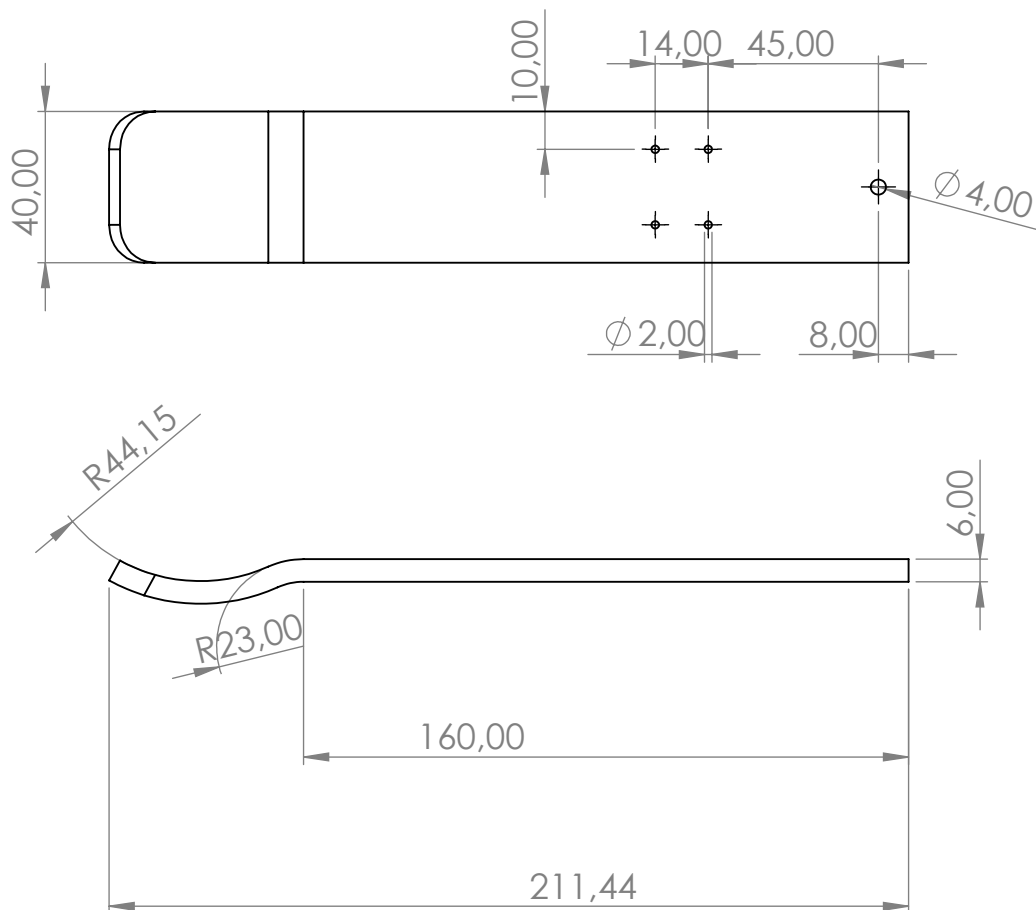
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION	Hay dos pedales simétricos, realizar el mismo corte y cambiar la cara a redondear.		<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Pedales derecha			A4
					<i>ESCALA</i> SCALE	1:2



	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS		
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION			<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK	
<i>FECHA</i> DATE	27/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9	
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°	
	E.T.S.I.I.T	<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm	
	upna	<i>PLANO Nº</i> DRAWING Nº	Pedal izquierdo (Pedalera izquierda)			A4	
						<i>ESCALA</i> SCALE	1:2



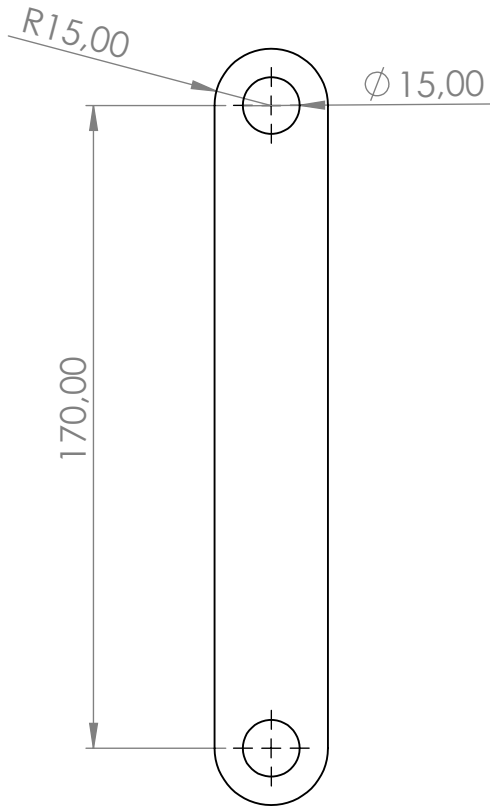
	<i>DIBUJADO</i> <i>DRAWN BY</i>	<i>PROYECTO</i> <i>PROJECT</i>	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> <i>GENERAL SPECIFICATIONS</i>	
<i>NOMBRE</i> <i>NAME</i>	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> <i>DESCRIPTION</i>	<i>TOLERANCIAS</i> <i>TOLERANCES</i>	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> <i>DATE</i>	27/05/2021	<i>MATERIAL</i> <i>MATERIAL</i>	<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> <i>SURFACE FINISH</i>	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> <i>TREATMENT</i>	<i>MATAR ARISTAS</i> <i>BREAK SHARP EDGES</i>	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> <i>WEIGHT</i>	<i>UNIDADES</i> <i>UNITS</i>	mm
upna		<i>PLANO N°</i> <i>DRAWING N°</i>		A4
		Soporte regulación altura inferior		<i>ESCALA</i> <i>SCALE</i>
				1:2




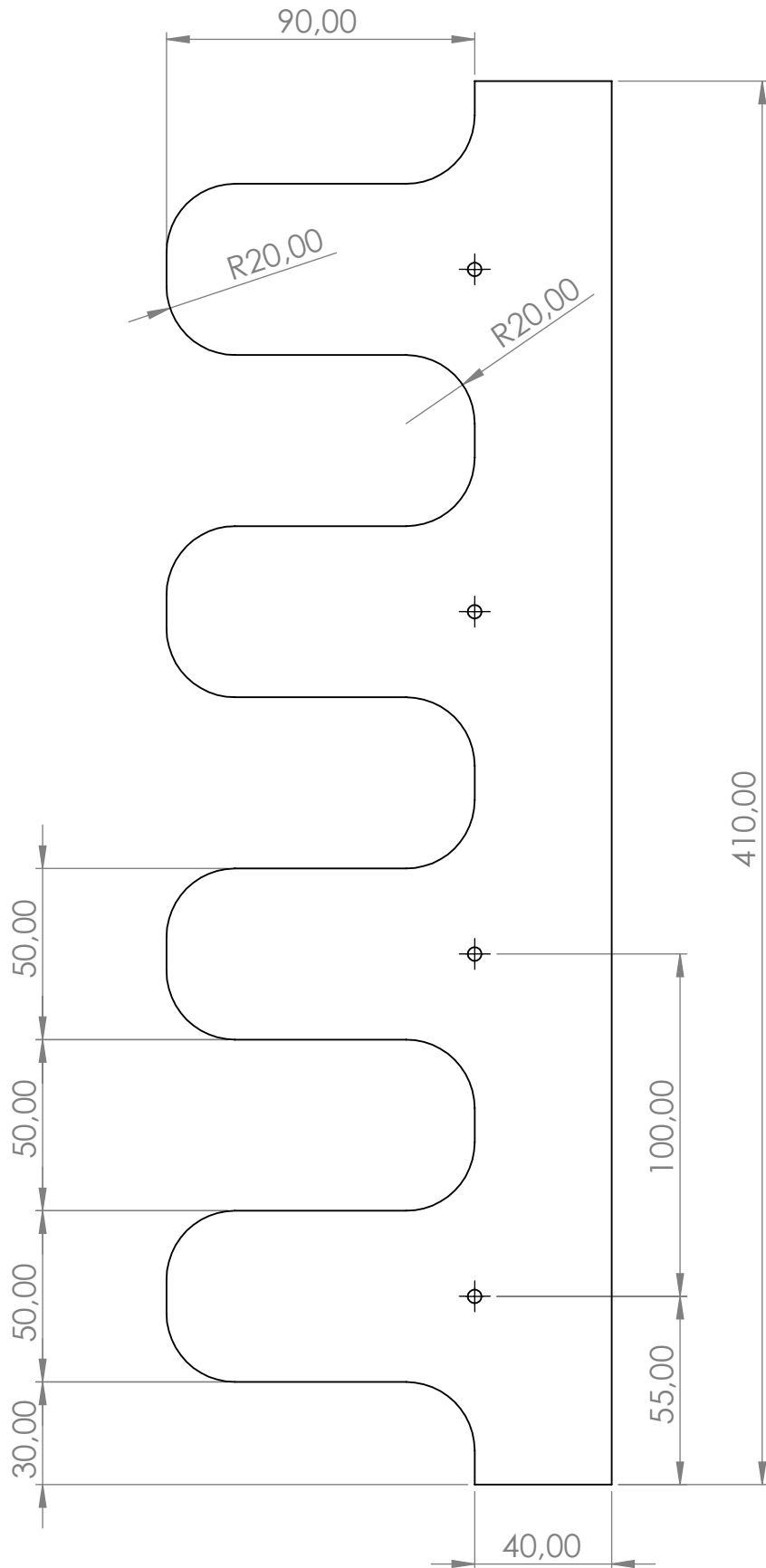
	DIBUJADO DRAWN BY	PROYECTO PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		ESPECIFICACIONES GENERALES GENERAL SPECIFICATIONS	
NOMBRE NAME	Alejandro Díaz Busto	DENOMINACIÓN DESCRIPTION			TOLERANCIAS TOLERANCES	ISO 2768mK
FECHA DATE	31/05/2021	MATERIAL MATERIAL			ACABADOS SUPERFICIALES SURFACE FINISH	N9
		TRATAMIENTO TREATMENT			MATAR ARISTAS BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		PESO (Kg) WEIGHT			UNIDADES UNITS	mm
	E.T.S.I.I.T upna	PLANO Nº DRAWING Nº				ESCALA SCALE
		Pedal auxiliar				A4
						1:5

Planos taburete

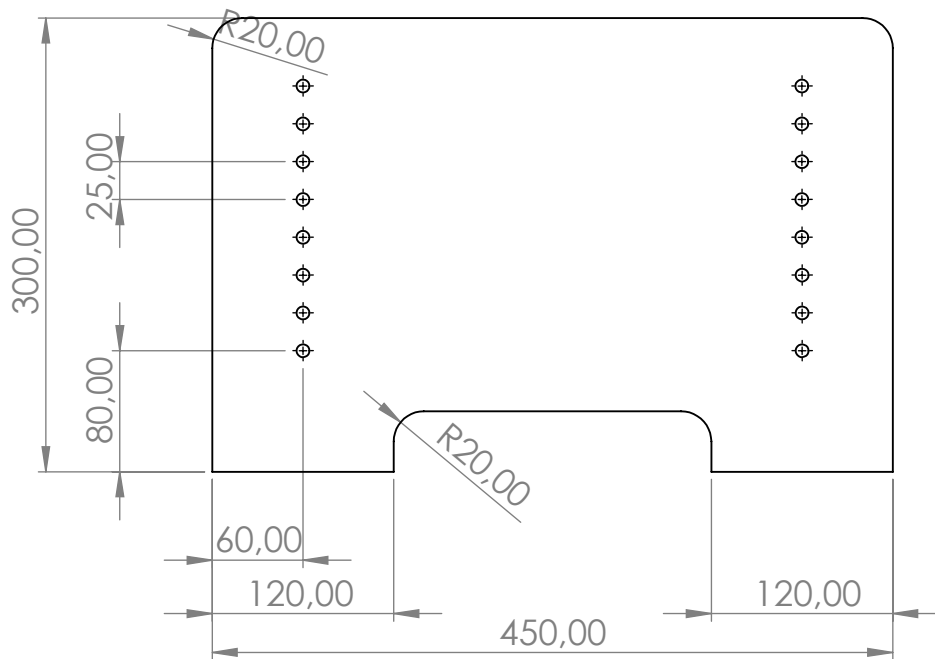
Al haber utilizado contrachapado fenólica de madera de abedul de 18 mm de espesor, se ha dado por hecho que el espesor en todas las piezas es 18 mm.




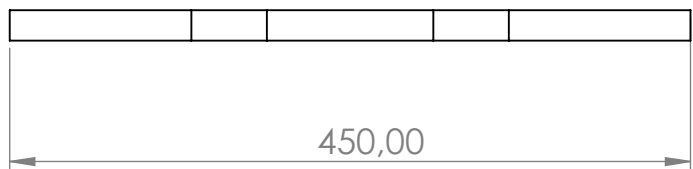
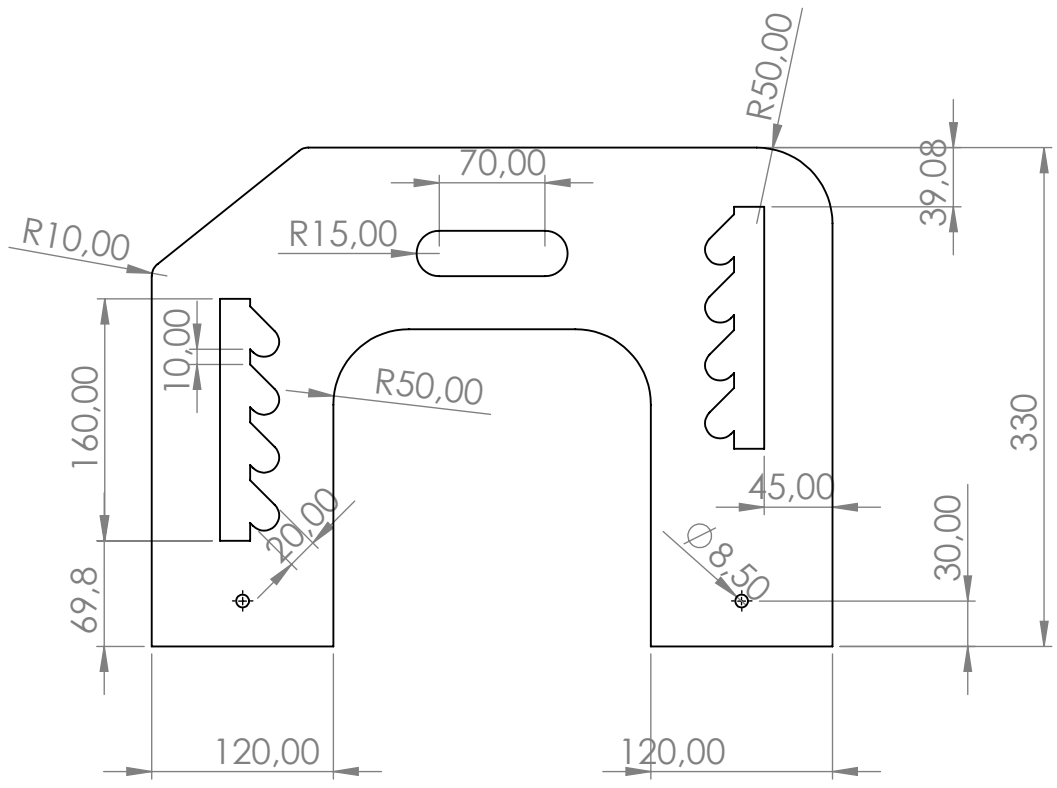
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION			<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
E.T.S.I.I.T		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Brazos traseros			A4
						<i>ESCALA</i> SCALE 1:2




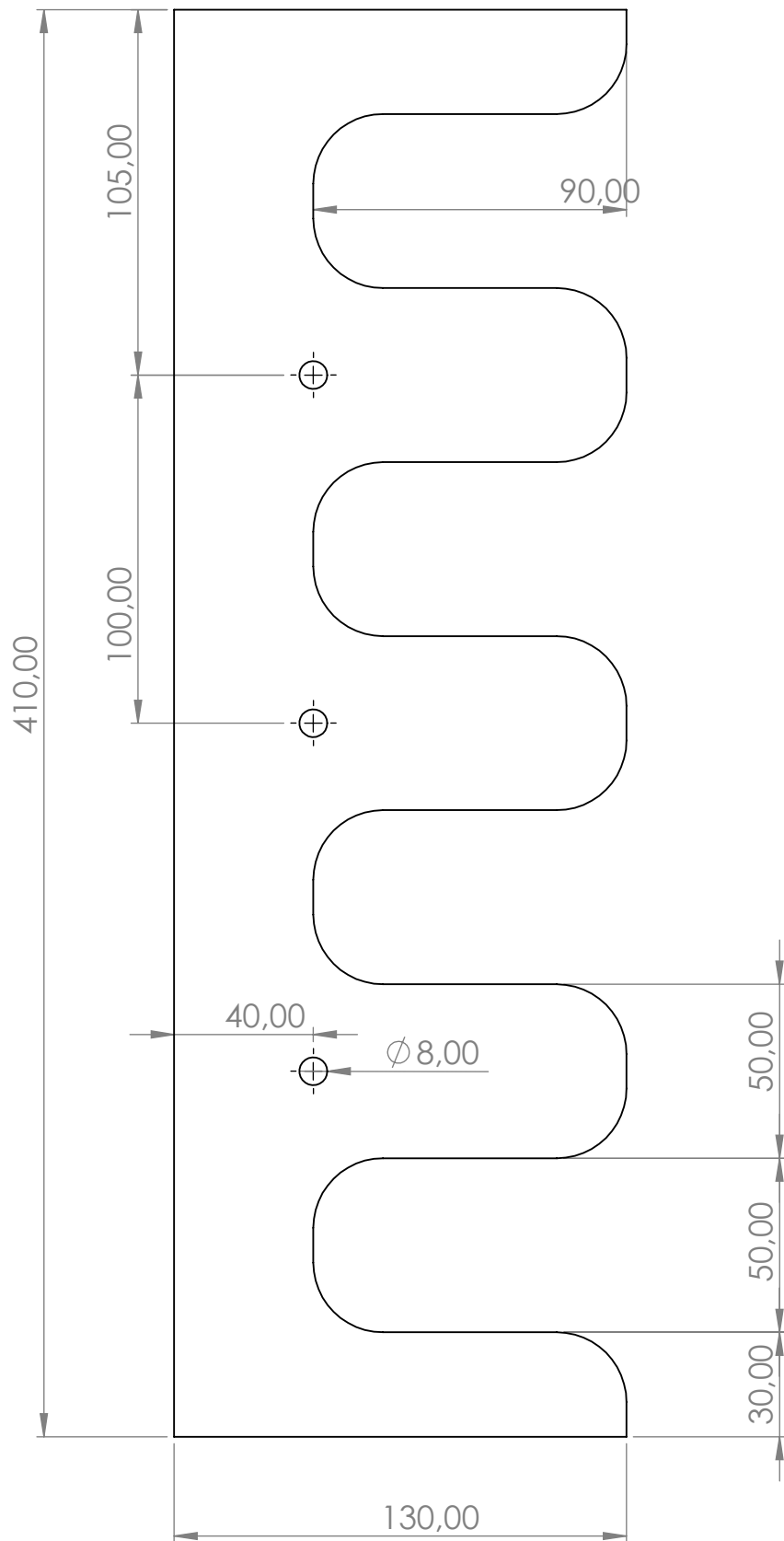
	DIBUJADO DRAWN BY	PROYECTO PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		ESPECIFICACIONES GENERALES GENERAL SPECIFICATIONS	
NOMBRE NAME	Alejandro Díaz Busto	DENOMINACIÓN DESCRIPTION			TOLERANCIAS TOLERANCES	ISO 2768mK
FECHA DATE	31/05/2021	MATERIAL MATERIAL			ACABADOS SUPERFICIALES SURFACE FINISH	N9
		TRATAMIENTO TREATMENT			MATAR ARISTAS BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		PESO (Kg) WEIGHT			UNIDADES UNITS	mm
	E.T.S.I.I.T upna	PLANO Nº DRAWING Nº	Asiento delantero			A4
					ESCALA SCALE	1:2





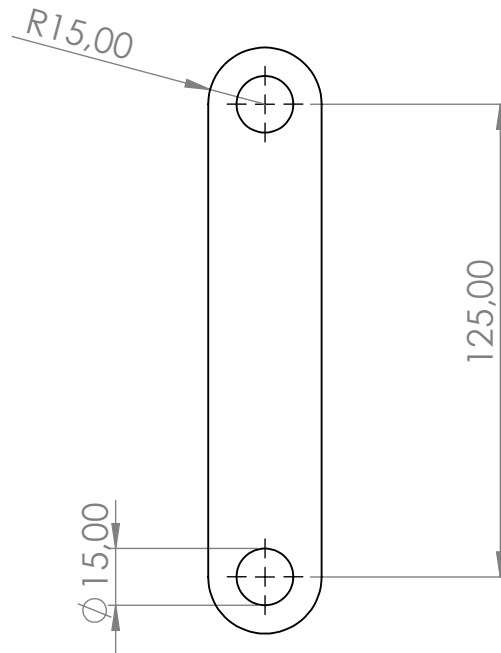
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION		<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT		<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT		<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Lateral inferior		A4
					<i>ESCALA</i> SCALE
					1:5




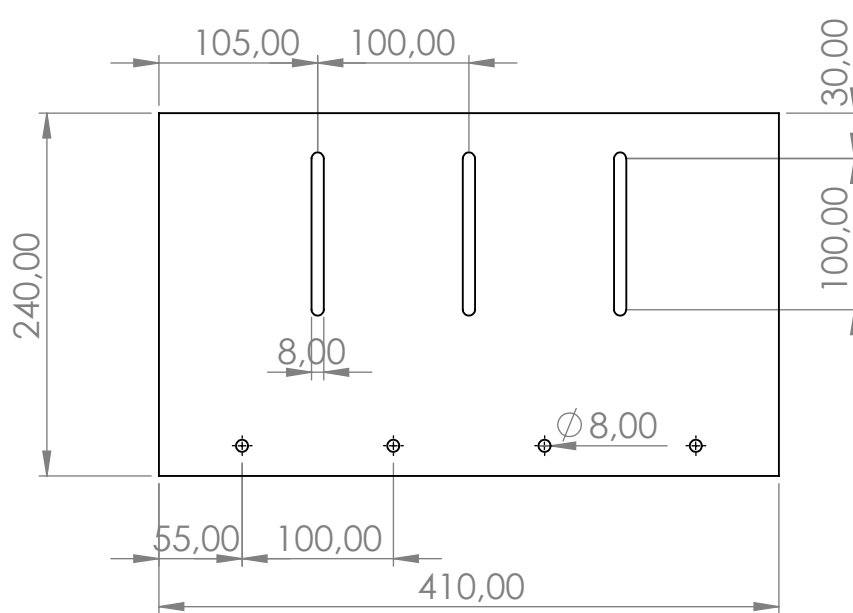
	DIBUJADO DRAWN BY	PROYECTO PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		ESPECIFICACIONES GENERALES GENERAL SPECIFICATIONS			
NOMBRE NAME	Alejandro Díaz Busto	DENOMINACIÓN DESCRIPTION			TOLERANCIAS TOLERANCES	ISO 2768mK		
FECHA DATE	29/05/2021	MATERIAL			ACABADOS SUPERFICIALES SURFACE FINISH	N9		
		TRATAMIENTO TREATMENT			MATAR ARISTAS BREAK SHARP EDGES	0.5X45°		
	E.T.S.I.I.T	PESO (Kg) WEIGHT			UNIDADES UNITS	mm		
	upna	PLANO N° DRAWING N°						
		Lateral superior				A4	ESCALA SCALE	1:5




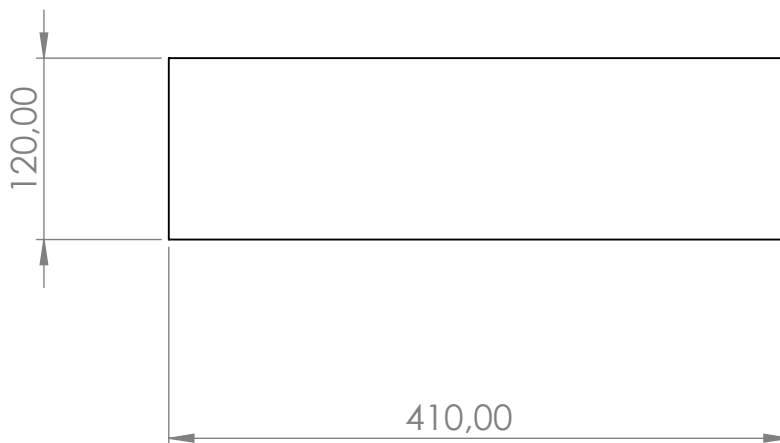
	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION	<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL	<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT	<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT	<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°		A4
		Asiento móvil		<i>ESCALA</i> SCALE
				1:2



	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION			<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL			<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT			<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
E.T.S.I.I.T		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT			<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Brazos delanteros			A4
						<i>ESCALA</i> SCALE 1:2



	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION		<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT		<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°
		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT		<i>UNIDADES</i> UNITS	mm
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Tabla guía soporte asiento		A4
					<i>ESCALA</i> SCALE
					1:5



	<i>DIBUJADO</i> DRAWN BY	<i>PROYECTO</i> PROJECT	Dispositivo regulable de conjunto taburete/pedales para el estudio postural del pianista		<i>ESPECIFICACIONES GENERALES</i> GENERAL SPECIFICATIONS	
<i>NOMBRE</i> NAME	Alejandro Díaz Busto	<i>DENOMINACIÓN</i> DESCRIPTION		<i>TOLERANCIAS</i> TOLERANCES	ISO 2768mK	
<i>FECHA</i> DATE	31/05/2021	<i>MATERIAL</i> MATERIAL		<i>ACABADOS SUPERFICIALES</i> SURFACE FINISH	N9	
E.T.S.I.I.T		<i>TRATAMIENTO</i> TREATMENT		<i>MATAR ARISTAS</i> BREAK SHARP EDGES	0.5X45°	
		<i>PESO (Kg)</i> WEIGHT		<i>UNIDADES</i> UNITS	mm	
upna		<i>PLANO N°</i> DRAWING N°	Tablas reclinables		A4	<i>ESCALA</i> SCALE 1:5